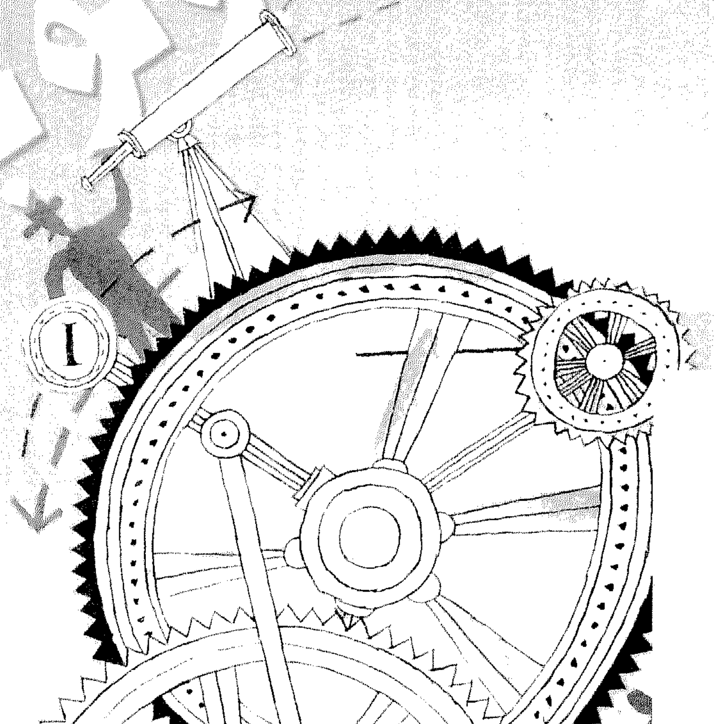
سيسيولوجيا العلم والتكنولوجيا

دراسة التأثيرات المجتمعية على العلم والتكنولوجيا

الدكتور
يوسف محمود
الجامعة الأردنية



سيسيولوجيا العلم والتكنولوجيا

دراسة التأثيرات المجتمعية على العلم والتكنولوجيا

الدكتور يوسف محمود

الجامعة الأردنية

الطبعة الأولى

٢٠٠٠

رقم الايداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(١٧٥٨/١٠/١٩٩٩)

رقم التصنيف : ٠٠١,٣

المؤلف ومن هو في حكمه : يوسف محمود

عنوان المصنف : سيسيولوجيا العلم والتكنولوجيا

الموضوع الرئيسي : ١- المعارف العامة

٢- المعرفة العلمية

بيانات النشر : عمان: دار وائل للنشر

* - تم اعداد بيانات الفهرسة الأولية من قبل دائرة المكتبة الوطنية

الرقم المعياري الدولي للكتاب: (ردمك) ISBN 9957-11-058-6

الطبعـــــة الأولى

٢٠٠٠

دار وائـــل
للطباعة والنشـــر

DAR WAEL
Printing - Publishing

شارع الجمعية العلمية الملكية - هاتف : ٥٣٣٥٨٣٧ ص.ب ١٧٤٦ الجبيهة

المحتويات

الموضوع **رقم الصفحة**

الموضوع	رقم الصفحة

****

الباب الثالث

الباب الرابع

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الحمد لله ربّ العالمين الذي بعونه وتوفيقه تمّ هذا الجهد المتواضع والصلاة والسلام على رسوله الكريم الذي أبان ما أنزل إليه من الهدى وعلى آله وصحبه ومن اهتدى بهديه إلى يوم الدين وبعد.

فهذا كتاب يبحث في العلم والتكنولوجيا والتأثير المجتمعي عليهما؛ أي أنه كتاب في سيسيولوجية العلم والتكنولوجيا. وهو موضوع حظي باهتمام كبير، على المستوى العالمي، ابتداء من سبعينات هذا القرن إذ ظهرت مؤلفات عديدة تبحث في هذا الموضوع خلال هذه الفترة. أمّا المؤلفات باللغة العربية فتكاد تخلو المكتبة العربية منها ولو أن هناك جهودا ملموسة تبحث في مفردات من هذا الموضوع. وقد قدّر الله تعالى أن اطلعت على كتاب "قوة المعرفة" لجون زايمان الصادر من مطبعة جامعة كامبرج عام ١٩٧٦ وقمت بتدريسه كأحد المراجع الأساسية لمساق الفيزياء والمجتمع في الجامعة الأردنية عام ١٩٧٩، وكانت تلك أول مرة يتم طرح مساق من هذا النوع في هذه الجامعة. وبعد ذلك قمت بتدريس مساقات عديدة تمّ طرحها في الجامعة الأردنية تتعلق بتاريخ العلم وبالعلم والمجتمع. وكذلك قمت بتدريس مساق يبحث في الريادة العلمية تمّ طرحه في جامعة عجمان للعلوم والتكنولوجيا في تسعينات القرن العشرين. ولا شك أن هاتين الجامعتين: الجامعة الأردنية وجامعة عجمان، جامعتان رائدتان من جهة الانتباه إلى أهمية مثل هذا الموضوع والتي تكمن في الأمور التالية:

١- تجسير الفجوة بين ذوي الميول الإنسانية والميول العلمية من المثقفين وذلك بالفهم الأمثل للعلاقة بين العلوم الإنسانية والعلوم الطبيعية.

٢- بلورة معنى المعرفة الإنسانية والعلم وكذلك التقدم العلمي والتكنولوجي وعلاقة كل ذلك بالمجتمع.

٣- فهم العلم بصورة تكاملية بعيدة عن التجزئة في فهم فروع العلم المختلفة، ولا يخفى ما لذلك من أهمية في تضافر جهود العلماء، من مختلف التخصصات، لدفع عجلة التقدم العلمي والتكنولوجي.

فكان هذا الكتاب ثمرة هذه الجهود التي امتدت لما يقرب من عقدين من الزمان في الجامعتين: الأردنية وعجمان. عسى الله أن يحقق النفع والفائدة لأبناء أمتنا الكريمة من جهة المساهمة في تأصيل التفكير الناقد المبدع، وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

يوسف محمود

الباب الأول

المعرفة الإنسانية والعلم

الفصل الأول

نظرية المعرفة

نلحظ بوضوح من استقراء آراء الفلاسفة والمختصين نقصاً في وجود تصور واضح لنظرية المعرفة، أو العلاقة بين ما هو مادي أي المحسوسات وما هو عقلي أي المعرفة. ويبرز ذلك بالاختلافات الكثيرة بين المفكرين حول هذا الموضوع. ولعله أمر بعيد المنال، إن لم يكن ذلك مستحيلا، أن يتفق الجميع على نظرية واحدة للمعرفة لاعتماد ذلك على الخلفيات العلمية والفلسفية التي من خلالها ينظر المفكرون للموضوع. سنتناول في هذا الفصل الجوانب المختلفة لموضوع المعرفة مبتدئين بتعريفها ثم باستعراض كيفية تكوينها لدى مفكري الإغريق ومفكري المسلمين قديما ثم نظرية المعرفة عند الأوروبيين قديماً وحاضراً.

ما المقصود بالمعرفة؟

هناك اختلافات عديدة في الإجابة عن هذا السؤال، فمثلا يعرف مراد وهبة المعرفة في معجمه الفلسفي بأنها "فعل الذات العارفة في إدراك موضوع ما وتعريفه بحيث لا يبقى فيه أي غموض أو التباس". بينما يعرفها جميل صليبا بأنها "إدراك الأشياء وتصورها".

أمّا عند القدامى فيورد محمد محمد الحاج حسن الكمالي في كتابه "محاضرات في الفلسفة الإسلامية" تعريفات عديدة نورد منها ما يلي:

١- المعرفة: إدراك الشيء بإحدى الحواس.

٢- المعرفة: هي العلم مطلقا تصوراً كان أم تصديقاً.

٣- المعرفة: إدراك الجزئي سواء كان مفهوماً جزئياً أو حكما جزئياً.

٤- المعرفة: هي الإدراك الذي هو بعد الجهل.

ونلاحظ أنّ هذه التعاريف كافة تشترك في أن المعرفة هي الإدراك (او التمييز) سواء كان هذا الإدراك أو التمييز شاملا لله ـضوع كله أو أجزاء منه، وذلك بغض النظر عن دقة هذا الإدراك. ونرى أن هذا القدر المشترك يصلح تعريفا عاما لماهية المعرفة.

نظرية المعرفة لدى الإغريق

نستطيع ان نميز بين أربعة اتجاهات مختلفة عند الإغريق بخصوص نظرية المعرفة وذلك كالآتي.

١- الاتجاه الأيوني الحسي

وينسب هذا الاتجاه إلى مفكري الإغريق الأوائل الذين كانوا يعيشون في منطقة أيونيا (الاسم القديم لسواحل آسيا الصغرى) في القرن السادس قبل ميلاد المسيح عليه السلام، ومن أبرز هؤلاء طاليس وأناكسيمندر وهيراقليطس. ويرتكز وجود المعرفة عند هؤلاء على الحواس والمحسوسات المادية، إذ لا يعترفون إلا بالمادة، وأن العقل نفسه والفكر هما نتاج هذه المادة.

٢- الاتجاه الشكّي.

صاحب هذا الاتجاه هو جرجياس، أحد قادة المدرسة السوفسطائية التي تأسست حول منتصف القرن الخامس قبل الميلاد. ويرى السوفسطائيون أن طريق إدراك حقائق الأشياء إنما هو العقل وليس الحواس لكونها خادعة ومتباينة. إلا ان

جرجياس انتهى أخيرا عن طريق سفسطته العقلية إلى القول ببطلان المعرفة العقلية وقرر القضايا الثلاثة التالية:

أ- ليس هناك شيء موجود

ب- لو كان شيء موجوداً فإننا لا نستطيع معرفته

ج- لو فرض أن هناك شيئا موجوداً وأمكن معرفته، فإننا لا نستطيع أن ننقله إلى الآخرين

٣- الاتجاه المثالي

ابتدأ هذا الاتجاه بفيثاغورس وسقراط ونضج مع أفلاطون بعد أن استقر مقام الإغريق في أثينا. وقد أفرط هذا الاتجاه في إهمال دور الحواس في تكوين المعرفة حتى اشتهر عن أفلاطون القول بأن الحواس تشوش عمل العقل. وكان أفلاطون يعلم الناس آراء سقراط عن الحقيقة المقدسة والمطلقة والرياضية والخلقية والروحية التي لا يتوقف وجودها على التجربة. وتتلخص نظرية أفلاطون المعرفية بفكرة الاستذكار وتعرف لذلك بنظرية الاستذكار. وتتلخص هذه النظرية بأن النفس الإنسانية قبل أن تحل في الجسد كانت في عالم السموات، وأن عالم السموات يتضمن مُثُلا كاملة للأشياء المحسوسة الموجودة في عالم الارض، فتكون النفس آنئذ على إحاطة بحقائق الأشياء المتمثلة في مُثلها الكاملة. ويرى أفلاطون أن النفس الإنسانية نسيت ما كانت تعرفه من حقائق الأشياء عندما حلت بالجسد، ويقتصر دور الإحساس بالأشياء على تذكير النفس بما كانت تعرفه قبل حلولها فيه، مثلما يتذكر إنسان حيثيات صديق له لم يره منذ أمدٍ بعيد عندما يرى صورة له. أما الوصول إلى المعرفة الحقيقة فيكون عن طريق التأمل العقلي المجرد والذي هو عند أفلاطون، تذكر النفس لما كانت تعرفه مسبقا.

٤- الاتجاه الأرسطي

وهذا الاتجاه الذي ابتدأه أرسطوطاليس يعتمد موقفا، في نظرية المعرفة، يأخذ بالاعتبار المحسوسات بالدرجة الأولى ولكن أرسطو يرى أن إدراك هذه المحسوسات يتم من خلال قوانين ومباديء عقلية. فهو يختلف عن الاتجاه الحسّي الأيوني من جهة أخذه بالاعتبار للقوانين والمباديء العقلية ويختلف عن الاتجاه المثالي باهتمامه بالمحسوسات. ويميز أرسطو بين ثلاثة أنواع من العقول:

أ- العقل الهيولاني (المنفعل)

وهو القابلية للتعقل لدى الإنسان أو هو عقل بالقوة أو قابلية وجود العقل بالفعل بتأثير عامل خارجي هو بالفعل دائما وهو مبدأ الكمال المطلق والذي هو العقل الفعّال.

ب- العقل بالملكة

وهو العقل الهيولاني بعد أن يصبح عقلاً بالفعل أي حصول المعقولات فيه.

ج- العقل الفعّال

وهو عقل مفارق للمادة لا يفنى بفناء مادة الجسد إذ يعدّه أرسطو خالداً دائماً لا يخضع لسُنة التغير والتبدل، ويربطه بعض فلاسفة الإغريق بفلك القمر.

وتبدأ المعرفة عند أرسطو بالمحسوسات ولكن العقل يرتب هذه المحسوسات التي تصله مفككة دون صلة ببعضها بعضا ويستخلص المعرفة منها عن طريق المنطق ومن خلال ماهيات ومباديء أولية معينة يعتمدها أرسطو. ويرى أرسطو أن هناك ثلاث مراحل في تكوين المعرفة:

الأولى: المعرفة بالمحسوسات (الجزئيات)

وهذه تكون ظنية وأسرع في التعلم إذ يؤكد أرسطو أن أسلوب استقراء المحسوسات يلائم عقول الجمهور لأنه أكثر إقناعا ووضوحا، إنه الأسرع في التعلم، وهو ينطبق بصفة عامة على الجمهور، على الرغم من أن الاستدلال البرهاني أكثر قوة وتأثيرا"

يقول أرسطو:

" وينبغي عليك أن تمارس الاستدلال الاستقرائي مع الصغار، أما الاستدلال الاستنباطي فيمارس مع المتخصصين".

ويعد أرسطو هذه المعرفة أدنى أنواع المعارف.

الثانية: المعرفة الحدسية

والحدس عند أرسطو يحصل إما بإشراق العقل الفعال أو باتصال العقل الفعال بالعقل الهيولاني ومنه نصل إلى ماهيات الأشياء أو المباديء الأولى والتي تمثل الوجود الجوهري الحقيقي اليقيني للأشياء المحسوسة. ويختلف أرسطو عن أفلاطون في أن أفلاطون اعتبر الحدس أو التعقل المجرد طريقا للوصول الى عالم المثل بينما لم يربط أرسطو بين الماهيات أو المباديء الأولى، التي يصل إليها عن طريق الحدس، وبين عالم المثل. ولعل بنيامين ثارنتن لم يجانب الصواب عندما قرر أن أفلاطون يبحث في الأشياء الأرضية بأسلوب لاهوتي بينما يبحث أرسطو في الأشياء السماوية بأسلوب مادي.

الثالثة: المعرفة العقلية

وتتشكل هذه المعرفة عن طريق المنطق الاستنباطي إذ تستنبط من المباديء الأولى، التي يتوصل إليها عن طريق الحدس، أفكار يقينية أخرى يسميها أرسطو

مقدمات ومنها وعن طريق الاستنباط أيضا نصل إلى مقدمات يقينية أخرى ثم نستمر في عملية الاستنباط حتى نصل إلى أفكار يقينية تتعلق بالجزئيات المحسوسة، وبهذا الطريق نكون قد وصلنا إلى المعرفة اليقينية المتعلقة بالمحسوسات. ويعد أرسطو هذه المعرفة أرقى انواع المعرفة.

نخلص من ذلك إلى أن أرسطو يتبع المنطق الاستنباطي؛ بمعنى أنه يبدأ من أفكار ومباديء أولى (ماهيات الوجود المحسوس) والتي تمثل أفكاراً يقينية تمثل الوجود الحقيقي للأشياء ويستمر في عملية الاستنباط العقلي من هذه الماهيات حتى يصل إلى معرفة يقينية تتعلق بالمحسوسات.

نظرية المعرفة لدى المسلمين

لقد تأثر مفكروا المسلمين قديما، في بحوثهم المعرفية، بالأفكار التي وردت في القرآن الكريم والسنة النبوية الطاهرة وبفلسفة اليونان التي كانت قد ترجمت إلى اللغة العربية. وكان مدى التأثر بالأفكار الإسلامية أو بفلسفة الإغريق متفاوتا بين مفكري المسلمين، ففريق الفلاسفة مثل الكندي والفارابي وابن سينا وابن رشد كانوا متأثرين بالدرجة الأولى بفلسفة اليونان وبالذات فلسفة أرسطو في نظريتهم المعرفية وفريق آخر تأثر بصورة أساسية بأفكار الإسلام المتعلقة بنظرية المعرفة مثل ابن تيمية والفخر الرازي وابن حزم وابن الهيثم والمعتزلة وبدرجات متفاوتة قليلة بفلسفة اليونان. سنستعرض بصورة موجزة وواضحة بعضا من آراء هؤلاء في نظرية المعرفة.

١- فريق الفلاسفة

تأثر هذا الفريق بالدرجة الأولى بفلسفة أرسطو في نظريتهم المعرفية ولو أن هناك تأثيرات للأفلاطونية المحدثة أيضا عند بعضهم. وتتكون المعرفة حسب رأي الفلاسفة، عن طريق ثلاث قوى هي:

أ- القوة الحسية

إذ تدرك هذه القوة صور المحسوسات الجزئية محمولة هذه الصور في مادتها الجزئية دائمة التغير في الكم والكيف والأين والوضع... الخ. فتكون المعرفة الناتجة عن هذه القوة غير ثابتة وجزئية. وتقابل هذه المعرفة المعرفة الحسية عند فلاسفة اليونان.

ب- القوة المصورة أو قوة التخيل والتوهم.

ويتم تكوين المعرفة، عن طريق هذه القوة بواسطة الدماغ مباشرة. فبينما تكون المعرفة الحسّية مُعرضة للتغير والتبدل نتيجة الاختلاف في القوة والضعف في الحواس والدماغ فإن المعرفة الناتجة عن القوة المصورة ليست عرضة للضعف إلا عن طريق الدماغ فتكون بذلك أثبت وأكثر يقينا من المعرفة الحسّية. وتقابل المعرفة الناتجة عن هذه القوة المعرفة الحدسية عند فلاسفة اليونان.

ج- القوة العاقلة

وتنتج عن هذه القوة المعارف الكلية وليست الجزئية، أي الصور العقلية المجردة عن المادة والتي تمثل حقيقة الأشياء، وهذه هي المعرفة العقلية عند فلاسفة اليونان. ويوجز الفارابي ذلك في قوله: "وقد يظن أن العقل تحصل فيه صور الأشياء عند مباشرة الحس لمحسوسه بلا توسط، وليس الأمر كذلك بل بينهما وسائط وهو أن الحس يباشر محسوسه فتحصل صورها فيه ويؤديها إلى الحس المشترك حتى تحصل فيه فيؤدي الحس المشترك تلك (الصور) إلى التخيل، والتخيل يرفعها إلى قوة التمييز ليعمل التمييز فيها تهذيبا وتنقيحاً ويؤديها منقحة الى العقل".

ويأخذ هؤلاء الفلاسفة برأي أرسطو في وجود العقل الهيولاني والعقل بالملكة والعقل الفعّال إذ يقرر ابن سينا بأن المعرفة ترجع إلى انفعال الحس

بالمحسوس وأن استمرار فعل التعقل في النفس لا يتم بدون سند خارجي وهو العقل الفعّال إذ هو الذي يشرق على النفس ويمدها بالمعارف الربانية وكذلك يظهر المعقولات وينيرها للنفس.

نلاحظ من ذلك أن فريق الفلاسفة عند المسلمين يأخذون بالمنهج الأرسطي في تكوين المعرفة ولا يأخذون بالاستقراء إلاّ بالقدر الذي يأخذ به أرسطو؛ من جهة ظنية المعرفة الناتجة عنه وعدم ثباتها، وأن المعرفة العقلية (بشكلها الأرسطي وصلتها بالعقل الفعّال) هي المعرفة الحقة. يخطيء لذلك من يرى أن ابن سينا يضع خطوات التجربة العلمية القائمة على استقراء الجزئيات المحسوسة كما يشير محمد محمد الحاج حسن الكمالي في كتابه الموسوم بـ "محاضرات في الفلسفة الإسلامية". وسبب هذا الخطأ قد يعود إلى التسرع في إصدار الأحكام وعدم شمولية النظر والتدقيق فيه.

٢- المعتزلة

يقل تأثر المعتزلة بفلاسفة اليونان عن تأثر فريق الفلاسفة ويظهر تأثرهم بمصادر الفكر الإسلامي بصورة واضحة في نظريتهم المعرفية. وهم يقولون بثلاثة أنواع من المعارف:

أ- المعرفة الحسّية

وهي المعرفة أو الإدراك الناتج عن الحواس الخمس

ب- المعرفة العقلية

وهي تلك الناتجة عن العقل، وهي أرقى من المعرفة الحسية، لإمكانية خداع الحواس.

ج- المعرفة السمعية (النقلية)

وهي المعرفة الناتجة عن مصادر التشريع الاسلامي؛ أي القـــرآن الكريـــم والسنة النبوية الطاهرة والإجماع والقياس.

ويظهر تأثر المعتزلة بالإغريق في فصلهم المعرفة الحسية عـــن المعرفـــة العقلية، أي أخذهم بازدواجية المعرفة وتفضيلهم المعرفة العقليـــة علـــى المعرفـــة الحسّية.

٣- ابن تيمية

ويبرز رأي ابن تيمية في نظرية المعرفة بشكل واضح في كتابه الموســـوم بـــ "نقض المنطق" الذي ينقض فيه منطق أرسطو الاستنباطي المبني على المبـادئ الأولى. ويميز ابن تيمية بين العلوم الشرعية، وهي العلوم المتعلقة بأفعال الإنســـان وسلوكه وبين العلوم الطبيعية والطبية وبين العلوم الرياضية. فالعلوم المتعلقة بأفعـال الإنسان ينحصر مصدرها في مصادر التشريع الاسلامي الأربعة فحسب، أمّا العلـوم الطبيعية والطبية فمصدرها الحس والعقل معا، أمّا العلـــوم الرياضيـــة فمصدرهـــا العلوم الأولية البديهية (المبادئ الأولى). وموضوع بحث العلوم الرياضية كالحسـاب مثلا يتعلق بأمور ذهنية يسميها ابن تيمية المقدرات الذهنية كالعدد والمقـــدار؛ أمـــا موضوع بحث العلوم الطبيعية والرياضية فيتعلق بالأمور العامـــة التـــي أفرادهـــا موجودة في الخارج (أي المحسوسات التي تقع خارج الإنسان)، يقول ابن تيمية:

"فأما أن العقل الذي هو عقل الأمور العامة التـــي أفرادهـــا موجـــودة فـــي الخارج يحصل بغير حس فلا يتصور وإذا رجع الإنسان إلى نفسه وجد ذلك، وأنـــه لا يعقل مستغنيا عن الحس الباطن (النفس والقلب يحس مشاعر الغضـــب والفـــرح والحزن..) والظاهر (الحواس الخمس) لكليات مقدرة فـــي نفســـه، مثـــل الواحـــد والإثنين والمستقيم والمنحني والمثلث والمربع والواجب والممكن والممتنـــع ونحـــو

ذلك مما يفرضه هو ويقدره. فأما العلم بمطابقة ذلك المقدر للموجود في الخارج والعلم بالحقائق الخارجية فلا بُدّ فيه من الحس الباطن أو الظاهر. فإذا اجتمع الحس والعقل-كاجتماع البصر والعقل- أمكن أن يدرك الحقائق الموجودة المعينة ويعقل حكمها العام الذي يندرج فيه أمثالها لا أضدادها، ويعلم الجمع والفرق. وهذا هو اعتبار العقل وقياسه".

ويقول أيضا:

"أما الأمور الموجودة المحققة فتعلم بالحس الباطن والظاهر، وتعلم بالقياس التمثيلي (الناتج عن تماثل الجزئيات) وتعلم بالقياس الذي ليس فيه قضية كلية ولا شمول ولا عموم، بل تكون الحدود الثلاثة فيه – الأصغر والأوسط والأكبر – أعياناً جزئية، والمقدمتان والنتيجة قضايا جزئية. وعلم هذه الأمور المعينة بهذه الطرق أصح وأوضح وأكمل".

٤- الغزالي

ويظهر تأثر الغزالي الواضح بفلسفة اليونان في نظريته للمعرفة إذ يحدد مراتب العقل حسب ترتيب الفارابي وابن سينا دون تعديل وذلك في قوله بوجود العقل الهيولاني والعقل بالملكة والعقل الفعّال. وكذلك نجد تأثيراً أفلاطونياً واضحا في قول الغزالي بأن العلم موجود في النفس الإنسانية منذ الفطرة الأولى وأنّ التذكر أو الحدس – والذي يسميه انكشاف – يكشف عنه، ويعلل اختلاف معارف الناس باختلاف صفاء نفوسهم وبالتالي اختلاف قدراتهم على التذكر. ومع ذلك فإن هناك تأثيرات إسلامية واضحة على الغزالي من جهة رأيه في المعارف الشرعية ذات الصلة بأفعال الإنسان. أما المعارف الأخرى – العقلية والفلسفية – فيرى أن المعرفة اليقينية لا تتأتى عن طريق الحواس وإنما عن طريق الانكشاف والإلهام والذي يعتمد على صفاء النفس الانسانية. فالغزالي يشكك في المعرفة الناتجة عن الحواس والعقل كما يظهر ذلك في قوله في كتابه "المنقذ من الضلال":

"... فأقبلت بجدٍ بليغ، أتأمل في المحسوسات والضروريات، وأنظـــر هــل يمكنني أن أشكك نفسي فيها؟ فانتهى بي طول التشكيك إلى أن لم تسمح نفسي بتسليم الأمان في المحسوسات أيضا... هذا وأمثاله من المحسوسات يحكم فيها حاكم الحس بأحكامه ويكذبه حاكم العقل ويخونه تكذيبا لا سبيل إلى مدافعته. فقلت: قــد بطلــت الثقة بالمحسوسات أيضا فلعله لا ثقة إلا بالعقليات التـــي هـــي الأوليـــات.. فقـــالت المحسوسات بم تأمن أن تكون ثقتك بالعقليات كثقتك بالمحسوسات فقد كنت واثقا بـــي فجاء حاكم العقل فكذبني ولولا حاكم العقل لكنت مستمر على تصديقي فلعـــلَّ وراء إدراك العقل حاكما آخر إذا تجلى كذَّب العقل في حكمه، كما تجلـــى حـــاكم العقـــل فكذَّب الحس في حكمه وعدم تجلي ذلك الإدراك لا يدل علـــى اســـتحالته... فلمـــا خطرت لي هذه الخواطر وانقدحت في النفس حاولت لذلك علاجها فلم يُتيسر إذ لـــم يمكن دفعه إلا بالدليل ولم يمكن نصب الدليل إلا من تركيب العلوم الأولية، فإذا لـــم تكن مُسلمة لم يمكن تركيب الدليل. فأعضل هذا الداء ودام قريبا من شهرين.. حتـــى شفى الله تعالى من ذلك المرض وعادت النفس إلى الصحـــة والاعتـــدال ورجعـــت الضروريات العقلية مقبولة.. ولم يكن ذلك بتنظيم دليل وترتيب كلام بل بنور قذفـــه الله تعالى في الصدر، وذلك النور هو مفتاح أكثر المعارف. فمن ظـــن أن الكشـــف موقوف على الأدلة المحررة فقد ضيق رحمة الله الواسعة".

نلاحظ من ذلك أن رأي الغزالي في تكوين المعرفة هو نفس رأي الفلاســـفة اليونان وذلك من جهة التشكيك بالمعرفة الناتجة عن الحـــواس ومـــن جهـــة قولـــه بالانكشاف والإلهام والذي هو نفسه الحدس والتذكر ولكنه يظـــهرها فـــي عبـــارات إسلامية ولذلك وصفه أبو بكر بن العربي وهو من أخص أصحابه: "شـــيخنا أبـــو حامد دخل في بطن الفلاسفة، ثم أراد أن يخرج منهم فما قدر".

٥- فريق العلماء

ويمثل هذا الفريق بالدرجة الأولى أبو بكر الرازي والحسن بن الهيثم وأبو الريحان البيروني، ويشمل بطبيعة الحال كافة المفكرين الذين يتبعون الدليل والبرهان سواء كان تجريبيا حسيا في العلوم الطبيعية أو رياضيا منطقيا في العلوم الرياضية. نلاحظ من استقراء آراء هؤلاء العلماء أن تحصيل المعرفة المتعلقة بالعلوم الطبيعية (لا تشمل العلوم المتعلقة بأفعال الإنسان حيث مناط هذه الأخيرة هو المصادر الشرعية) يتم باستخدام الحس والعقل معاً وليس بالاعتماد على أحدهما فحسب.

يتضح من ذلك في قول البيروني: "إن العلم اليقيني لا يحصل إلاّ من إحساسات يؤلف بينها العقل على نمط منطقي"

وكذلك في قول الحسن ابن الهيثم: "فرأيت أنني لا أصل إلى الحق إلاّ من آراء يكون عنصرها الأمور الحسيّة وصورتها الأمور العقلية".

ويرى ابن الهيثم مثلا أن المعرفة لا تتكون بالإحساس فقط وإنما، بالإضافة الى ذلك، عن طريق قوة "القياس بالتمييز" وهي قوة ذهنية تقارن بين صورة الشيء المنقولة بالإحساس وبين التصورات والفكر المخزونة في الذاكرة. فالإحساس إذا، عند ابن الهيثم كما يقرر صالح عمر في بحثه الموسوم بالاستقراء عند ابن الهيثم، هو المؤثر الخارجي الذي يقدح زناد التذكر، وهي عملية مقارنة صورة المبصَر المباشر بالفكر والتصورات المحفوظة في الذاكرة، يقول ابن الهيثم: ".... والقوة المميزة مطبوعة على تشبيه صور المبصَرات في حال الإبصار بالصور الثابتة في التخيل التي قد اقتنتها النفس من صور المبصرات. فإذا أدرك البصر مبصَرا من المبصَرات فإن القوة المميزة تطلب شبيهه في الصور الحاصلة في التخيل، فإذا وجدت في التخيل صورة تشبه صورة ذلك المبصر عرفت ذلك المبصر وأدركت ماهيته وإلا لم يعرف ذلك المبصر ولا يدرك ماهيته".

نلاحظ أن الحسن بن الهيثم قد توصل الى ضرورة الأساس المعرفي بالاضافة للإحساس بالشيء لتكوين معرفة جديدة تتعلق به.

وبالرغم من أن ابن الهيثم يورد في مقدمة كتابه المناظر أنه وجد طريقة أرسطو أقرب الطرق للوصول إلى المعرفة من جهة اهتمام أرسطو بالمحسوسات، إلا أن ابن الهيثم يختلف جذرياً عن أرسطو في نظرته لكيفية تكوين المعرفة. فالمحسوسات عند أرسطو توضح حقائق مُسلمة ثابتة في العقل مسبقاً عن طريق الحدس وليس للمحسوسات دور في تكوين الحقائق الكلية ابتداء، بينما يرى ابن الهيثم أن الحقائق الكلية تستخلص عن طريق استقراء المحسوسات، يقول ابن الهيثم: "... فبتكرار إدراك البصر لأشخاص النوع الواحد تتكرر عليه الصورة الكلية التي في ذلك النوع مع اختلاف الصور الجزئية التي لتلك الأشخاص. وإذا تكررت الصورة الكلية على النفس ثبتت في النفس واستقرت ومن اختلاف الصور الجزئية التي ترد مع الصور الكلية عند تكرارها تدرك النفس أن الصورة التي تتساوى فيها جميع أشخاص ذلك النوع هي صورة كلية لذلك النوع... وصور أشخاص المبصرات وصور أنواع المبصرات التي قد أدركها البصر تبقى في النفس وتثبت في التخيل. وكلما تكرر إدراك البصر لها كانت صورته أثبت في النفس وفي التخيل".

نلاحظ أن الحسن بن الهيثم يقرر بأنه عن طريق استقراء المحسوسات نتوصل إلى قواعد معرفية كلية وبهذا يختلف أيضا مع أرسطو الذي كان يأخذ بالمنطق الاستنباطي.

أيضا تجد العلماء العرب المسلمين لا يضيفون شيئا إلى المعرفة العلمية إلا بعد تمحيصه وتدقيقه وثبوته بالدليل والبرهان (سواء كان هذا تجريبيا حسّيا أو رياضيا ويعتمد ذلك على موضوعه). يقول البيروني في مقدمة كتابه القانون المسعودي (وهو كتاب فلكي رياضي):

"... وقرنت بكل عمل من كل باب من علله وذكر ما توليت من عمله يبعد به المتأمل عن تقليدي فيه، ويفتح له باب الاستصواب لما أصبت فيه، أو الإصلاح لما زللت عنه أو سهوت في حسابه، لأن البرهان من القضية قائم مقام الروح من الجسد، وبجملة الوعي يحصل العلم بالاستيقان".

ويقول ابن الهيثم في مقدمة كتابه "الشكوك على بطلميوس":

"الحق مطلوب لذاته، وكل مطلوب لذاته فليس يعني طالبه غير وجوده، ووجود الحق صعب، والطريق إليه وعر، والحقائق منغمسة في الشبهات، وحسن الظن بالعلماء طباع في جميع الناس. فالناظر في كتب العلماء إذا استرسل في طبعه، وجعل غرضه فهم ما ذكروه وغاية ما أوردوه وحصلت الحقائق عنده، وهي المعاني التي قصدوها والغايات التي أشاروا إليها، وما عصم الله العلماء من الزلل ولا حمى علمهم من التقصير والخلل ولو كان ذلك كذلك لما اختلف العلماء في شيء من العلوم، ولا تفرقت آراؤهم في شيء من حقائق الأمور، والوجود خلاف ذلك. فطالب الحق ليس هو الناظر في كتب المتقدمين المسترسل مع طبعه في حسن الظن بهم، وطالب الحق هو المتهم بظنه منهم المتوقف فيما يفهمه عنهم المقتنع بالحجة والبرهان لا قول القائل الذي هو انسياق المخصوص في صلته بضروب الخلل والنقصان. والواجب على الناظر في كتب العلوم، إذا كان غرضه معرفة الحقائق أن يجعل نفسه خصما لكل ما ينظر فيه، ويحيل فكره في متنه وفي جميع حواشيه، ويخصمه من جميع جهاته ونواحيه، ويتهم أيضا نفسه عند خصامه، ولا يتحامل عليه ولا يتسمح فيه، فإنه إذا سلك هذا الطريق انكشفت له الحقائق".

نظرية المعرفة عند الأوروبين

مرت أوروبا في مراحل عديدة من جهة تطور المعرفة العلمية بعد مرحلة الإغريق. فقد رزح الأوروبيون في عصور الظلام لفترة تربو على العشرة قرون

منذ ميلاد المسيح عليه السلام وحتى احتكاكهم بالمسلمين، ثم استمرت أوروبا تعيش في مرحلة مخاضٍ عسيرة من ناحية علمية قبل أن يبدأ عصر النهضة العلمي في بداية القرن الميلادي السابع عشر، وتعرف مرحلة المخاض هذه بمرحلة العصور الوسطى. وكان من النتائج الهائلة لمرحلة عصر النهضة ظهور الثورة الصناعية الأولى المتمثلة باختراع الآلة البخارية واستخدامها في الإنتاج ثم ما لبثت أن تلتها ثورات صناعية أخرى مثل: تكنولوجيا الكهرباء والمغناطيسية والتكنولوجيا الكيميائية في القرن التاسع عشر للميلاد. وشهدت الفترة الزمنية الممتدة من أربعينات هذا القرن العشرين وحتى الآن ثورات تكنولوجية أخرى ناهيك القول عن ثورة علمية أساسية شهدها بداية قرننا هذا والتي تتمثل في ظهور نظريتي الكم والنسبية. من أهم الثورات التكنولوجية تلك: تكنولوجيا الالكترونيات والتكنولوجيا النووية والفضائية وتكنولوجيا الاتصالات وأخيرا تكنولوجيا المعلومات. هذا الزخم الهائل من أنواع التكنولوجيا أدى إلى تأثيرات هائلة على نظرة الإنسان وتفكيره بالإضافة إلى التأثير الملموس على حياة الإنسان والذي يكاد يكون صاعقا في نهاية هذا القرن بظهور ما يعرف بالعولمة. ولم تكن نظرية المعرفة في منأى عن هذه التأثيرات، إذ شهد هذا القرن ظهور آراء متباينة وعديدة بخصوص نظرية المعرفة بشتى جوانبها. سنتناول بالحديث أولا نظرية المعرفة في عصور الظلام والعصور الوسطى ثم نظرية المعرفة منذ عصر النهضة العلمي حتى العصر الراهن.

١- نظرية المعرفة في عصور الظلام والعصور الوسطى

كانت نظرية المعرفة الشائعة في أوروبا خلال عصور الظلام، خليطاً من نظرية الاستذكار الأفلاطونية ونظرية أرسطو التي سبق الحديث عنهما وتعديلات النظرية الافلاطونية التي تعرف بالأفلاطونية المحدثة. وبشكل عام كان مفكروا تلك الفترة يهملون الحواس ويعدونها مشوشة لعمل العقل وكانت سلطة فلاسفة الإغريق على عقول هؤلاء المفكرين كبيرة. أمّا في العصور الوسطى، والتي بدأت مع بداية

حصول الاحتكاك بين الاوروبيين والمسلمين، فقد وفـد إلـى الأوروبييـن رأيـان متضادان بخصوص نظرية المعرفة، أحدهما نفس الرأي الذي كان شائعاً عندهم فـي عصور الظلام ولكن بلغة عربية والآخر جديد عليهم يأخذ بالاعتبـار العنصريـن الأساسيين؛ الحواس والعقل، عند تكوين المعرفة. وأخذ هذان الرأيـان يتصارعـان داخل المجتمع الأوروبي لفترة امتدت عدة قرون حتى تم بروز الرأي الأخير بشـكل جلي وذلك في بداية القرن السابع عشر للميلاد مؤذنا ببدء عصر النهضة العلمـي. وقد تمثل الرأي الأول بكتابات الفلاسفة مثل ابن سينا والفارابي وابن رشـد بينمـا تمثل الرأي الثاني بكتابات علماء العرب المسلمين مثل الحسن بن الهيثم والبـيروني وسواهم. ذلك أن كتب الفلاسفة مثل الفارابي وابن سينا وابن رشد كانت قد ترجمـت إلى اللاتينية بالإضافة إلى كتب العلماء مثل الخوارزمي وابـن الـهيثم والـرازي والبيروني، وكان تأثر مفكري الأوروبيين متفاوتا بأفكار هؤلاء وهـؤلاء. فتومـاس الأكويني، من مفكري أوروبا في القرن الميـلادي الثـالث عشـر، كـان متـأثرا بآراء أرسطو في نظرية المعرفة كما قرأها في شروح ابن رشد، فتجده يقـول: "إن أرسطو اختار طريقا وسطا لأنه يتفق وأفلاطون على أن العقـل والحـس شـيئان مختلفان ولكنه يرى أن الحواس لا تؤدي عملها بدون معاونة الجسم، وعلى ذلك فإن الإحساس ليس من عمل الروح وحدها وإنما يشترك معها الجسم كله".

وكذلك يرى توماس، متبعاً أرسطو في ذلك، أن الأثر الذي تحدثه الحسـيات لا يكفي ولا بد من شيء أسمى الا وهو العقل الفعّال. بينما على نقيض ذلـك نجـد فريقا آخر من مفكري أوروبا قد تأثر بعلماء العرب المسلمين دون فلاسفتهم ومـن أبرز هؤلاء: أديلارد الباثي وروجر بيكون وليوناردو دافنشي. انظـر إلـى قـول أديلارد الباثي، من علماء القرن الثالث عشر للميلاد في أوروبا: "تعلمـت عـن أستاذي العربي أن ازن كل شيء بميزان العقل وإذا أردت أن تسمع مني أكثر مـن ذلك فناقشني بالعقل لأني لست من الرجال الذين يجرون وراء الخيال".

وبخصوص عدم وجود سلطة عقلية لفلاسفة اليونان أو سواهم تجده يقول: "هل من أحد غيري تعلم على يد المعلمين العرب سلوك درب العقل، فعليك من جهتك أن لا تعميك عماية السلطة، إذ لو فعلت فكأنك قد ربطت برسن".

ثم يذكر أن العقل غير كاف لحل مشاكل الكون ولا بد من الملاحظة والقياس. ونجد نضج التأثر بعلماء العرب المسلمين في طريقه الوصول إلى المعرفة العلمية (المتعلقة بالمادة المحسوسة) في روجر بيكون (من علماء أوروبا في القرن الميلادي الرابع عشر) وليوناردو دافنشي (من علماء أوروبا في القرن الميلادي الخامس عشر). فنجد روجر بيكون يقول: "إني لأعجب ممن يريد أن يبحث في المعرفة وهو لا يتقن العربية".

بينما يقول ليوناردو دافنشي: "سأقوم بالتجربة قبل أن أتقدم في البحث لأن غايتي هي أن أقدم الحقائق أولا، ثم أقيم البرهان ثانيا بواسطة العقل. والتجربة مرغمة على اتباع هذه الطريقة نفسها، الطريقة الصحيحة التي يجب على الباحثين في ظواهر الطبيعة اتباعها. وإذا كانت الطبيعة تبتديء من الأسباب وتنتهي في التجريب، فمن الواجب علينا أن نسلك طريقا معاكسا فنبتديء من التجربة لننتهي بواسطتها إلى الأسباب".

٢- نظرية المعرفة في أوروبا منذ عصر النهضة العلمي

كان فرانسيس بيكون، من فلاسفة أوروبا في القرن الميلادي السادس عشر، من أوائل الأوروبيين الذين بشّروا بطريقة للوصول إلى المعرفة بالاستناد إلى التجربة حتى لقد وصفه العالم المعاصر جون زايمان بأنه نبي الطريقة العلمية. بيد أن فرانسيس بيكون نفسه لم يمارس البحث العلمي، وفي حقيقة الأمر فإن روجر بيكون وليوناردو دافنشي قد سبقاه في الممارسة العلمية القائمة على التجربة والعقل معا؛ أي اتباع الطريقة العلمية للوصول إلى المعرفة العلمية. وانطلق بعد ذلك العديد من مفكري الأوروبيين في ممارسة الطريقة العلمية الصحيحة (المقبولة والمتبعة

حاليا). ومن أشهر هؤلاء غاليليو غاليلي واسحق نيوتن وأنطوني لوفن هوك وشارل بويل وأنطوان لافوازييه... إلخ حتى نصل إلى علماء القرن التاسع عشر مثل مايكل فرادي وجيمس ماكسويل وسواهم.

هذا من جهة الممارسة العلمية أما من حيث التنظير للمعرفة فقد كان الأمر أكثر تعقيدا. ذلك أنه بينما كانت تتم الممارسة العلمية بمنهجية علمية محددة فإن التنظير للمعرفة كان شأنا شائكا متباينا، وكانت هناك مذاهب مختلفة في نظرية المعرفة تعكس بل تمثل التباينات التي كانت موجودة عند اليونان بخصوصها، مضافا إليها آراء علماء العرب المسلمين التي عبرت إلى أوروبا من خلال الاتصال والترجمة وكذلك نلمس تأثير الممارسة العلمية الفعلية واضحا لدى بعض فلاسفة العلم مثل هيوم وآينشتين ومارجينو من علماء القرن العشرين. ومما زاد الأمر، في نظرية المعرفة، تعقيدا هو عدم تحديد موضوع المعرفة تحديدا دقيقا. فهو يشمل جميع المعارف جملة واحدة دونما تمييز ولو أن المعرفة العلمية الدقيقة (المتعلقة بعلوم المادة كالفيزياء والكيمياء) هي التي طغت على اعتبار فلاسفة العلم في القرن العشرين.

سنتناول بالحديث أربعة اتجاهات رئيسية في نظرية المعرفة وهي: الاتجاه الواقعي (بشقيه الساذج والنقدي)، والاتجاه الوضعي، والاتجاه الاصطلاحي، والاتجاه المثالي.

الاتجاه الواقعي

ويضم هذا الاتجاه الآراء المختلفة التي تجعل الواقع المحسوس هو مصدر المعرفة، دونما حاجة إلى أفكار قبلية فطرية في الإنسان وتعترف بالوجود الموضوعي للواقع بصورة منفصلة عن الذات المدركة. وتتباين الآراء الواقعية كثيرا في التفصيلات الجزئية ولو أنه بالإمكان التمييز بين اتجاهيين فرعيين واقعيين: الواقعية الساذجة والواقعية العقلانية أو النقدية. والواقعية الساذجة هي

نظرة الإنسان بادي الرأي للمعرفة على أنها صـــورة الموضـــوع الواقعـــي أي أن العلاقة بين الفكر والواقع مجرد علاقة مرآوية. وليس للواقعية الساذجة حضور بيـن فلاسفة العلم المعاصرين إذ حلّت محلها الواقعية النقديـــة. ويعـود ذلـك إلـى أن التركيز، بين فلاسفة العلم المعاصرين، هو على العلوم الطبيعيـــة المعـاصرة دون سائر فروع المعرفة لأنها خير مثال على أن المعرفة ليست مجرد صـــور حسـية تنتقل إلى الدماغ. ويرى ذوو الاتجاه الواقعي النقـدي أن المعرفـة الناتجـة عـن الحواس لا تمثل الواقع تماما فلا بد من عملية تركيب عقلية للجزئيات المحسوسـة حتى تتكون المعرفة. وينفي دعاة الواقعية (بشقيها) الأفكار القبلية والمباديء العقليـة الأولى ويرجعون كافة الأفكار للمحسوسات، فمثلا يقول جون لوك، وهو من أوائـل من قال بالواقعية النقدية: "ليس بين أفكارنا ما هو فطري مـوروث وكـل معارفنـا مستمدة من التجارب وحدها ولا يوجد في العقل شيء إلا وقد سـبق وجـوده فـي الحس".

ويرجع ديفيد هيوم، من دعاة الواقعية النقدية، قاعدة السـببية إلـى الخـبرة الحسية الكامنة في الحسّ المطرد في تتابع الأحداث التي توصف بالارتباط السببي.

ويقول إسحاق نيوتن، وهو أيضا من دعاة الواقعيين النقديين: "في الفيزيـــاء التجريبية نستمد القضايا من الظواهر ثم نحولها إلى قضايـــا عامّـة عـن طريـق الاستقراء ذلك أن كل مبدأ لا يســتنبط مـن الظواهـر يبقـى مجـرد افـتراض، والافتراضات مهما كانت ميتافيزيقية أو فيزيقية أو ميكانيكية أو تنجيميـــة لا يجـب قبولها في الفلسفة التجريبية".

ويجدر بنا أن نشير هنا إلى أن الحسن بن الهيثم قد قال باستخلاص الحقـائق الكلية من استقراء المحسوسات قبل اسحق نيوتن بأكثر من ستة قرون كما لاحظنـــا قبل قليل.

ومن أشهر دعاة الواقعية النقدية في القرن العشرين عالمان فيزيائيان في غنى عن التعريف هما آينشتين ودي برولي. يقول دي برولي: "لا أريد في أبحاثي أن أذعن لنظام فلسفي متصور سلفا كأن أقبل مثلا، قبل التجربة، بأن نفوذ نظام فلسفي معين هو نفوذ كوني شامل. .... ثم إني أعتقد بأن تأثير بعض الأنظمة الفلسفية كالوضعية والمثالية كان شؤما إلى حدٍ ما على التطور المعاصر للفيزياء الكوانطية. ومع ذلك، فإن لدي اعتقادا عميقا بوجود واقع فيزيائي خارج عن ذواتنا ومستقل عن وسائلنا الناقصة في التعرف عليه، ولولا هذا الواقع لاضحت وحدة معارفنا الإنسانية واتفاق سائر الناس حول عملية التثبت من الوقائع أموراً غير مفهومة ولا معنى لها أبدا ".

الاتجاه الوضعي

وأول من قال بهذا الاتجاه الفيلسوف الفرنسي أوجست كونت في القرن الميلادي التاسع عشر. يقرر هذا الفيلسوف أنّ العلم قد مرّ في ثلاثة مراحل أساسية؛ أولها، المرحلة اللاهوتية التي كان الإنسان، خلالها، يفسر الأحداث الطبيعية بدلالة قوى غيبية غير محسوسة والمرحلة الثانية المرحلة الميتافيزيقية والتي تميزت بتمسك الإنسان بأفكار مسبقة لتفسير أسباب الأحداث الفيزيائية، أمّا في المرحلة الثالثة، والتي يسميها المرحلة الوضعية، فتنحصر مهمة العالم في الإحساس بالعلاقات بين الظواهر المحسوسة وصياغة ذلك بطريقة لا متغيرة. فالعلم، بموجب الاتجاه الوضعي، يتعلق بالعلاقات بين الظواهر المحسوسة (الأشياء) وليس بالأشياء نفسها، وكل حديث عن الأشياء ذاتها يرجعنا إلى الميتافيزيقا مرة أخرى ويعده الوضعيون خطراً على العلم. ومع أن كونت هو مؤسس الاتجاه الوضعي، إلا أن الوضعية الجديدة لا ترتبط به مباشرة وإنما بظاهرايته ماخ و لا مادية بركلي. ذلك ان ماخ قد ميّز بين الظاهرة المحسوسة وبين الشيء ذاته واعتبر أن المعرفة العلمية ترتبط بالظواهر وليس بالأشياء، وفي هذا التمييز كان ماخ متأثراً بكانط ولو أنه

(أي ماخ) رفض الأفكار القبلية التي قال بها كانط. أمّا بركلي، فبالرغم من اعترافه بوجود الواقع المحسوس بصورة مستقلة عن إحساس الإنسان، إلا انه يعد جوهر هذا الوجود عقلياً لا مادياً، أي أن "العقل" و"الفكر" أسبق في الوجود من المادة. ومع ذلك فإن بركلي يعتبر مصدر المعرفة في العلوم الطبيعية هو الإحساسات بينما مصدر العلوم الميتافيزيقية ينحصر في التأمل العقلي والذي هو أسمى من المحسوسات.

ويقول كونت بخصوص تحديد نظرته الوضعية: "يعرف جميع ذوي العقول النيرة اليوم أن دراستنا الحقيقية تقوم بصفة دقيقة ومضبوطة على تحليل الظواهر بقصد كشف قوانينها الفعلية، أي كشف العلاقات الثابتة التي هي علاقات التتالي أو التشابه، دون أي اهتمام بطبيعتها الخاصة، أو بعلتها الفاعلة أو الغائية، ولا بنمط نشوئها الخاص إذ كيف يعقل أن يكون للافتراضات الاعتباطية أية فائدة من الناحية الواقعية؟ إن كل فرض يتجاوز هذا الإطار الوضعي لا يمكن أن يدعي إرادة الحسم في مسائل هي بطبيعتها غير قابلة لأن تحل من طرف العقل البشري".

ويقول ماخ: "فلكي نبقى مخلصين وأوفياء للمنهجية التي سلكها كبار مشاهير العلماء، مثل غاليليو ونيوتن في الوصول إلى كشوفهم الكبرى، علينا أن نحصر مهمة علمنا الفيزيائي في صوغ الوقائع القابلة للملاحظة دون افتراض أي شيء حول ما يجري خلف هذه الوقائع حيث لا يوجد أي شيء يمكن معرفته أو إثباته، علينا إذن أن نكتفي بكشف الارتباطات الواقعية والتي هي خصائص فيزيائية نتوصل إليها بالملاحظة إما بصفة مباشرة أو غير مباشرة".

فحسب رأي ماخ فإن العلم لا يعطينا إلا مظاهر محسوسة للأشياء، وكل حديث عن وجود واقعي ذاتي منعزل عن الفكر هو حديث هراء. وهدف العلم عنده هو وصف العلاقات الملحوظة بين الظواهر المحسوسة، بدلالة ما يعرف بقوانين علمية، واستخدام هذه القوانين للتنبؤ بظواهر أخرى دونما اعتبار لأية أفكار قبلية.

ولعل أصحاب مدرسة كوبنهاجن من الفيزيائيين وعلى وجه خاص بور وهيزنبرغ من أبرز دعاة الوضعية المعاصرة وبصورتها المتطرفة. ذلك أن هؤلاء ينكرون الوجود الموضوعي للأشياء المدركة وللظواهر بصورة مستقلة عن الذات المدركة ويربطون بين وجود الأشياء والظواهر وبين طرق ملاحظتها وقياسها أي بينها وبين الذات المدركة لها. فالظواهر حسب رأي الوضعية المعاصرة ليست سوى مركبات ذهنية تنشأ عن الإحساسات، ومعرفة الشيء في ذاته أمر مستحيل، وما نلاحظه ليس الطبيعة في ذاتها بل الطبيعة مرتبطة بطرق قياسنا لظواهرها أي بصورة مرتبطة بذاتنا المدركة لها. ونود هنا أن نضيف أن آينشتين نفسه كان من أنصار الاتجاه الوضعي متأثرا بماخ وبقي كذلك حتى حين نشر أحد كتب ماخ التي يظهر فيه نقد ماخ لنظرية آينشتين في النسبية ورفضه لها، عندئذ غيّر آينشتين نظرته الفلسفية بخصوص المعرفة.

الإتجاه الاصطلاحي (المواضعاتي)

ويرى أصحاب هذا الاتجاه، وأبرزهم هنري بوانكاريه وبيير دوهيم، أن الفروض والنظريات العلمية هي مجرد مواضعات أو اصطلاحات جرى العرف العلمي على الأخذ بها ولا تمثل وصفا وحيداً للواقع المحسوس وإنما قد توجد نظريات علمية أخرى تنجح أيضا في وصف الواقع. فهذه النظريات، والتي هي تعاريف أو اصطلاحات مقنعة، يبدعها فكرنا بصورة حرة، والذي يميز نظرية عن أخرى أو معيار صدق النظريات التي يجري الأخذ بها ليس مطابقتها للواقع عن طريق التجربة وإنما اعتبارات اليسر والملائمة. والتعاريف التي تستخدم في النظريات العلمية، بالرغم من اعتباطية طرحها أو إبداعها من قبل العقل الإنساني، فإن الإصطلاحيين يرون أن هناك شيئاً يبقى ثابتاً وموجوداً وجوداً موضوعياً وهو العلاقات بين الظواهر، فالأسماء والرموز فقط تتغير من نظرية لأخرى أما العلاقات فثابتة.

الاتجاه المثالي (العقلي)

يرى أصحاب هذا الاتجاه أن الفكر موجود عند الانسان بصورة قبليـــة (أي قبل الاحساس بالواقع)، ولذا فهم يعتقدون بوجود أفكار تركيبية قبلية عنــد الإنســان تلزم، بصورة ضرورية، في تكوين المعرفة، ومن أشهر هؤلاء ديكـــارت وكـــانط. فعلى نقيض الواقعيين النقديين فإن المحسوسات الجزئية هي التي تتبع الأفكار القبلية الكلية وليس العكس كما في الواقعية النقدية، يقول كانط: "ينبغـــي أن نضيــف إلـــى العنصر التجريبي تصورات خاصة صـــادرة قبليـــاً عـــن الذهــن المجــرد وهـــي التصورات التي يخضع لها الإدراك الحسي".

أي أن الأفكار (التصورات) القبلية هي التي تنظم المحسوســـات الملاحظـــة بالتجربة. أما ديكارت فقد شكك في المعرفة الناتجة عن الحواس لأن الحواس قابلـــة للخطأ بينما يرى أن المعرفة الناتجة عن العقل ينبغي أن تكون صحيحة. ونلحظ فـــي الاتجاه العقلي بوضوح تأثرا بالأفكار الفلسفية اليونانية من ناحيتين: من جهة القـــول بأن النفس تمتلك أفكاراً قبلية ومن جهة التشكيك بالمعرفة الناتجة عن الحواس.

الفصل الثاني

تكوين المعرفة الانسانية

بعد أن استعرضنا بصورة موجزة الاتجاهات المختلفة في نظرية المعرفة منذ عصر اليونان يبقى التساؤل عن كيفية تكوين المعرفة بصورة تنسجم مع واقع الممارسة المعرفية القائمة. ولعلّ باشلار قد حالفه التوفيق في القول بأن فلسفة العلم الجديد لا ترى مذهبا واقعيا مطلقاً ولا مذهباً عقلياً مطلقاً وإنما ترى ضرورة استيعاب هذه الثنائية – العقلية والواقعية – والإفصاح عن الفكر العلمي بلغة واقعية وعقلية في الآن نفسه. ولعل هذا الدمج بين المذهب الواقعي والعقلي قد أشار إليه ابن تيمية وذلك في قوله المذكور سابقا وهو: "... فإذا اجتمع الحس والعقل – كاجتماع البصر والعقل – أمكن أن يدرك الحقائق الموجودة المعينة ويعقل حكمها العام الذي يندرج فيه أمثالها...".

وكذلك أشار ابن الهيثم إلى ذلك في قوله: ".... والقوة المميزة مطبوعة على تشبيه صور المبصرات في حال الإبصار بالصور الثابتة في التخيل التي قد اقتنتها النفس من صور المبصرات..."

وقد اشار إلى هذه القضية كثير من العلماء وفلاسفة العلم المعاصرين ومن أشهرهم فيلسوف العلم هانسون والعالم الرياضي بوليا كما سنلاحظ بعد قليل.

شروط تكوين المعرفة الإنسانية

إن هناك شروطا أربعة لا بد من توافرها حتى يتمكن الإنسان من تكوين المعرفة الإنسانية بحيث أنه إذا كان واحد أو أكثر من هذه الشروط غير موجود فإنه يستحيل على الإنسان أن يكون أية معرفة مهما تضاءل شأنها. ودليل هذه الشروط هو الاستقراء؛ أي واقع تكوين المعرفة كما يلاحظ في الجزئيات المختلفة المتعلقة بذلك، أما هذه الشروط فهي كما يلي:

الشرط الاول:

وجود الواقع، أي الشيء الذي يقع تحت الحس. وهذا أمر بدهي، ذلك أن المعرفة، أية معرفة، تتعلق بواقع ما فلا يمكن ان نتخيل معرفة لا تتعلق بواقع. والأمر الذي جعلنا، نذكره، ما دام أمراً بديهيا، هو أن جمهرة فلاسفة اليونان لم يعتبروا وجود الواقع خلال بعض بحوثهم الأمر الذي أدى إلى ضلالهم العقلي وضلال من تبعهم من فلاسفة المسلمين. وعلى وجه الخصوص، فإن فلاسفة اليونان افترضوا وجود أشياء (غير موجودة أصلا)، أي لا واقع لها، ثم أخذوا يعملون عقولهم فيها أو يظنون أنهم يقومون بعملية عقلية بالرغم من أنهم إنما يقومون بتخيلات وتأملات في حقيقة الأمر. فمثلا افترضوا وجود الأفلاك العشرة وافترضوا أن لهذه الأفلاك عقولا تدرك بها وأنفساً تشعر بها، ثم أخذوا يفترضون، عن طريق التخيل، خصائص لهذه الأفلاك ولعقولها ويبنون على ذلك آراء وتأملات ودونوا ذلك في كتب ومجلدات ترجمت فيما بعد إلى اللغة العربية وأدت إلى ضلال فريق كبير من فلاسفة المسلمين. ومن الضلالات الناتجة عن ذلك فكرة التنجيم، أي تأثير النجوم والكواكب على مجريات الحياة على سطح الأرض.

الشرط الثاني: وجود الدماغ

وهذا أيضاً شرط بديهي، فالدماغ عبارة عن تجمع الأعصاب الرئيسية حيث تتم العملية العقلية.

الشرط الثالث: وجود الحواس أو بعضها

وذلك أنه عن طريق الحواس يتصل دماغ الإنسان بالواقع المحسوس أو الوقائع المحسوسة المحيطة به، إذ تقوم الحواس بنقل صور حسية للواقع، قيد الدرس، إلى الدماغ. فلو افترضنا وجود إنسان بحواس معطلة منذ ولادته فإنه لن يستطيع الاتصال بالعالم الخارجي؛ أي بالواقع أو الوقائع المحيطة به، ناهيك عن أن تتم العملية العقلية. فإذا لم تنقل صور حسية للوقائع إلى الدماغ فإنه لن يتمكن من العمل أو القيام بالعملية العقلية.

الشرط الرابع: وجود معلومات متعلقة بالواقع أو الأساس النظري

إذ أن مجرد نقل صور حسية للواقع إلى الدماغ لا يكفي لقيام الدماغ بالعملية العقلية وبالتالي لأن يكون معرفة تتعلق بالواقع. وهذا أمر يثبت باستقراء جزئيات تكوين المعرفة كما يتضح من الأمثلة التالية:

المثال الأول: الظواهر الإنسانية

اعتبر أية ظاهرة من الظواهر المتعلقة بالإنسان، كمشاجرة بين شخصين نلاحظهما في الشارع العام فمن الواضح بأنك لن تتمكن من إصدار حكم على الشجار ما لم تحط علماً بطبيعة علاقة الشخصين المتشاجرين مع بعضهما البعض. لذا فتوافر الشروط الثلاثة السابقة والتي هي، في هذا المثال، الشجار والدماغ والحواس، ليس كافياً لتكوين معرفة أو إدراك طبيعة الشجار وتفسيره ما لم يتوافر أيضاً الشرط الرابع وهو وجود المعلومات السابقة بخصوص الواقع وهو الشجار. وكذلك الأمر إذا اعتبرت ظاهرة إنسانية أكثر تعقيداً كحرب تحصل بين مجتمعات

معينة، فإنه لا يمكن إصدار حكم أو إعطاء تفسير أو تكوين معرفة بخصوص أو إدراك طبيعة هذه الحرب ما لم تتوافر معلومات سابقة تتعلق بعلاقة المجتمعات المتحاربة بعضها مع بعض. هنا أيضاً، فبالرغم من توافر الشروط الثلاثة السابقة، أي الواقع والحواس والدماغ إلا أنه لا يمكن تكوين معرفة بخصوص هذا الواقع ما لم تتوافر المعلومات السابقة المتعلقة بالواقع.

المثال الثاني: البحوث العلمية والدراسات الأكاديمية

إن إجراء البحث العلمي يعني تكوين معرفة جديدة تتعلق بواقعٍ ما، ومن الواضح ضرورة توافر وجود المعلومات السابقة المتعلقة بالواقع، قيد الدرس، قبل إجراء البحث، وهذه المعلومات تكون على شكل خلفية نظرية تتعلق بالواقع. فلا يمكن لإنسانٍ ما أن يقوم ببحث في موضوع معين ما لم يقض فترة محددة في الدراسة المنتظمة أو يتولى دراسة متعمقة بصورة خاصة بحد أدنى معين في هذا الموضوع. والهدف من هذه الدراسة بطبيعة الحال هو الحصول على المعلومات السابقة الضرورية للانطلاق في البحث والإبداع فيه. وهذا أمر واضح في كافة الدراسات الأكاديمية فيلزم المهندس والطبيب الحصول على حد أدنى من المعلومات المتعلقة بهذين التخصصين قبل ممارسة مهنتيهما، وكذلك الأمر في أي تخصص آخر.

المثال الثالث: خطوط فرانهوفر الطيفية

وهي عبارة عن خطوط طيفية سوداء تتخلل ألوان قوس قزح المتصلة التي تظهر في طيف ضوء الشمس، وقد لاحظ هذه الخطوط العالم فرانهوفر في أواسط القرن التاسع عشر للميلاد. إلا أنه وسواه من العلماء، لم يتمكنوا من إعطاء تفسير لهذه الخطوط، أي لم يتمكنوا من تكوين معرفة بخصوصها أو إدراكها في ذلك الحين. ولم يتمكن علماء الفيزياء من تفسير هذه الخطوط إلا في الربع الأول من هذا القرن – العشرين – وذلك بعد تطوير نظرية الكم بالفيزياء. فعدم قدرة العلماء

على إدراك طبيعة هذه الخطوط لم يكن ناتجاً عن عجز في قدرتهم الإبداعية وإنمـا كان ناتجاً عن عدم توافر المعلومات الفيزيائية السابقة اللازمة لإدراك ذلك. وعندمـا توافرت مثل هذه المعلومات المتعلقة بالواقع الطيفي تمكن العلماء من فهم طبيعتـها وأنها ناتجة عن امتصاص بعض مناطق الطيف الضوئي المتصل مـن قبـل ذرات بعض العناصر المحيطة بالشمس، ومن هنا أطلق على هـذه الخطـوط، خطـوط الامتصاص.

ويقول الباحث هانسن Hanson في كتابه الموسـوم "الملاحظـة العلميـة" Scientific Observation بخصوص ضرورة المعلومات السابقة لتكوين المعرفـة ما يلي: "لو قام إنسان غير متخصص بدخول مختبر فيزيائي ولاحظ أشياء مختلفـة؛ أسلاك توصيل كهربائية، وأجهزة قياس كهربائية، ولمبة ضوئية، ووعـاء يحتـوي على زئبق ومرايا ومقاومات كهربائية وغير ذلك. عندئذ يتساءل هذا الإنسان مـاذا يقوم العالم بعمله في هذا المختبر؟ يجيبه العـالم بأنـه يتولـى قيـاس السـماحية المغناطيسية لبعض المواد. فعندها يتساءل هذا الإنسان: ولكن ما هي الصلة بين مـا أشاهده من أسلاك وأجهزة كهربائية والضوء إلخ وبين السماحية المغناطيسية؟ يجيبه العالم: إن الأمر يحتاج لدراسة معلومات نظرية تتعلق بفروع معينة لعلـم الفيزيـاء قبل أن يستطيع إدراك هذه الصلة".

يستخلص هانسن من ذلك إلى القول بأن المعرفة العلمية مبنية على أسـاس نظري. ويقول العالم الرياضي بوليـا Polya فـي كتابـه، "كيـف تجـد الحـل" How to Solve it?، بخصوص ضرورة المعلومات السـابقة فـي حـل المسـائل الرياضية: "إنه عند محاولة حل أية مسألة فإننا دائماً نستفيد من معلومـات تتعلـق بمسائل أخرى، شبيهة بالمسألة المراد حلها، نكون قد أوجدنا لها حلولاً في المـاضي. وإذا ما واجهتنا أي مسألة لا تشبه مسائل سبق حلها سابقاً فإن المسألة تكون عندئـذ غير قابلة للحل".

نخلص من ذلك إلى أن طريقة تكوين المعرفة، والتي يطلق عليها الطريقة العامة أو العقلية في التفكير، تحصل كالآتي:

تقوم الحواس بنقل صور أو صورة حسية للواقع إلى الدماغ، ثم يربط الدماغ بين هذه الصور وبين المعلومات السابقة التي يمتلكها والمتعلقة بالواقع وأخيرا يصدر الدماغ حكما على الواقع، أي يفسر الواقع أو يكون معرفة بخصوصه.

نود قبل أن ننهي الحديث عن تكوين المعرفة الإنسانية أن نلفت النظر إلى أمرين هامين يكثر الخطأ فيهما. أما الأمر الأول فهو أن الإنسان الوليد يولد ودماغه كالصفحة البيضاء أو بصورة أدق لا يمتلك عقلا. فالوليد يمتلك دماغا وليس عقلا، وإنما يأخذ عقله بالنمو مع الزمن نتيجة لقدرة دماغه على الربط بين المعلومات السابقة التي يستقيها الطفل من بيئته وبين صور الوقائع التي تنقلها حواسه إلى دماغه. وفي هذا يتميز دماغ الإنسان عن دماغ الحيوان، فليس لدى دماغ الحيوان القدرة على هذا الربط، فالطفل يولد وليس لديه معلومات معينة أو معرفة أو عقلا معينين، والأمر الثاني فهو أن الحيوانات لا تفكر أو لا تستطيع تكوين معرفة أو إدراكا عقليا أو عقلا، إذ أنها تمتلك الدماغ ولكنها لا تمتلك العقل. ويخطئ الكثيرون من حيث خلطهم بين الإدراك العقلي، الذي يمتاز به الإنسان، والإدراك الغريزي، الذي يشترك به الإنسان والحيوان. ويختلف الإدراك العقلي عن الإدراك الغريزي في أمرين إثنين؛ أولهما هو أن الإدراك العقلي ينمو، سواء بالنسبة للفرد أو بالنسبة للمجموع، ونتيجة لهذا النمو يحصل تعديل في كيفية حياة الإنسان مع الزمن. وثانيهما هو أن الإدراك الغريزي محصور في الحاجات العضوية والغرائز بينما الإدراك العقلي يتضمن الأمور المعنوية أيضا. ومن الواضح أن الإدراك وما يسمونه تعلم عند الحيوانات هو إدراك غريزي إذ أنه غير قابل للنمو؛ فما يتعلمه الفرد (من الحيوانات) يبقى كما هو مع الزمن، فإدراك الحيوان الآن كإدراك

الحيوان من فصيلته قبل آلاف السنين. فإدراك الطيور أو الأسماك لطرق هجرتها الطويلة الآن هو نفس الإدراك الذي كانت تتمتع به أجدادها. وكذلك فإن إدراك الحيوانات ينحصر بما يتعلق بالغرائز والحاجات العضوية. أما ما يسمونه تعلماً للحيوانات فهو مجرد تحريض نوع من الحركة الموجودة غريزياً في الحيوان عند وجود مؤثر معين، أي استجابة شرطية. إن ضرورة وجود الشروط الأربعة سابقة الذكر لتكوين المعرفة الإنسانية لا يعني أن المعرفة الناتجة تكون حتماً صحيحة وإنما يعني فقط أن الإنسان الذي يمتلك هذه الشروط يستطيع تكوين معرفة بخصوص الواقع قيد الدرس. فقابلية الخطأ في المعرفة التي يكونها الإنسان موجود لقابلية وجوده، أي الخطأ، في الدماغ وعمله أو في الحواس أو في المعلومات السابقة. وذلك أنه من الممكن أن يعاني الدماغ من خلل عصبي، وبالتالي يخطئ الدماغ في ربطه صور الواقع الحسية، التي تنقلها الحواس إلى الدماغ، مع المعلومات السابقة الموجودة لديه، الأمر الذي يؤدي إلى خطأ في تكوين المعرفة والحكم على الواقع. وكذلك فإن خللاً ما قد يصيب الحواس، يؤدي إلى نقل صور مشوشة غير ممثلة للواقع بصورة دقيقة إلى الدماغ وبالتالي يؤدي هذا بدوره إلى خطأ في الحكم على الواقع أو تكوين المعرفة. وأخيراً فإن هناك قابلية وجود خطأ في المعلومات السابقة المتعلقة بالواقع والموجودة لدى الدماغ، الأمر الذي يؤدي إلى خطأ في تكوين المعرفة.

الفصل الثالث

العلم والطريقة العلمية

مصطلح العلم

كلمة العلم تعني في الأصل المعرفة؛ ومن هنا كان يقال علم اللغـــة، وعلــم التاريخ، وعلم الصنعة، وعلم الفلك، وعلم الفقه، وعلم الحديث وكذلك بالنسبة لســائر فروع المعرفة. إلا أن الظروف الحضارية التي مرت بها أوروبا في نهاية العصــور الوسطى وبداية عصر النهضة العلمية قد أدت إلى تخصيص كلمة العلــم، فــأصبح المقصود بذلك فرعاً واحداً من فروع المعرفة الإنسانية يحظى باعتبار وتقدير يقرب من التقديس. هذا الاعتبار والتقدير الكبيران أديا بـــذوي المعــارف المختلفــة لأن يحاولوا جعل معارفهم تنتمي أو تندرج تحت مصطلح العلم الجديد هذا مما أدى إلــى عدم وجود تعريف عام متفق عليه للعلم. سنحاول الآن استعراض بعض التعــاريف المختلفة للعلم بصورة موجزة.

لعل أقدم تعريف مخصص لمصطلح العلم يعود إلى القرن الســـابع عشــر للميلاد عندما اقترح فرانسيس بيكون بأن العلم هو السيطرة علـــى الطبيعــة. إلا أن هذا التعريف ليس تعريفاً دقيقاً وذلك للأسباب التالية: فهو أولا يركز على الجـــانب الخدماتي التكنولوجي للمعرفة الإنسانية من حيث اعتبارها علمـــاً، وبالتـــالي فـــإن معارف مثل الرياضيات والفلك والمعارف الحياتية والإنسانية لا تندرج تحت هـــذا التعريف. ومن ناحية أخرى فإن لفظة السيطرة الواردة في هذا التعريف غير دقيقــة ولا تنطبق على واقع حال المعرفة العلمية. فالعلم، مـــن خـــلال فهمـــه أو تفســيره

للظواهر المحسوسة، يكتشف أوجها – في هذه الظواهر – تمكنه من الاستفادة منها، حيث يتم في نهاية الأمر ذلك عن طريق التكنولوجيا، أي تطبيق العلم. فهذا الكون المحسوس، بشتى ظواهره، مهيأ لاستخدام الإنسان، أي أنه مسخر للإنسان. وما على الإنسان، خلال بحثه العلمي المتصل، إلا أن يكتشف أوجه الاستخدام الكامنة في ظواهر الكون المختلفة، ولا يقوم الإنسان بالسيطرة على هذه الظواهر. فعلى سبيل المثال عندما قام العلماء باستقصاء ودراسة الخصائص الكهربائية للمواد المختلفة لاحظوا أن بعض المواد توصل الكهرباء بصورة جيدة وأن موادا أخرى عازلة للكهرباء، ولاحظوا أن بعض المواد الأخرى شبه موصلة، أي توصل الكهرباء لكن بدرجة رديئة. لذلك فعندما طرأت حاجة عند الإنسان لأن ينقل الطاقة الكهربائية من أماكن توليدها إلى أماكن استخدامها، كان من الطبيعي أن يستخدم أسلاكا من مواد موصلة للكهرباء لهذا الغرض، وهذا ما حصل، إذ استخدم الإنسان أسلاكا نحاسية لذلك. وكذلك عند الدراسة التفصيلية للمواد شبه الموصلة، كالسيليكون والجيرمانيوم، تبين للإنسان أن الخصائص الإلكترونية تمكن الإنسان من استخدامها لأغراض مختلفة، مثل استخدامها كمضخمات للتيار أو الجهد الكهربائي أو كمقومات للإشارات الكهربائية أو غير ذلك مما يدخل في مختلف الصناعات الإلكترونية. ولكن من الواضح أن الإنسان لا يستطيع استخدام النحاس بدلا من السيليكون أو العكس، وبمعنى أعم لا يستطيع استخدام مادة بغير الهيئة أو الكيفية الموجودة أصلا فيها لذلك النوع من الاستخدام. فلو كان الإنسان يسيطر على مادة هذا الكون أو ظواهره لتمكن من التحكم في كيفية استخدامه لها وتحويلها إلى الكيفية التي يريد، وهذا ما لا يحصل. والأمر الأخير الذي يجعل هذا التعريف غير دقيق هو أن كلمة الطبيعة الواردة في هذا التعريف غير دقيقة. ذلك أن هذه اللفظة تستخدم دون معنى محددا؛ فهي تستخدم ويراد بها ظواهر الكون المحسوسة، أي واقع الكون كما هو عليه، وتستخدم ويراد بها مادة هذا الكون فحسب ويراد بها

أيضاً شيئاً خفياً يُسَيِّر هذا الكون حيث نجدهم يقولون أمناً الطبيعة، لذا فـــلا يجــوز استخدامها ونحن في صدد تعريف مصطلح العلم ما لم يحدد مدلولها بدقة.

التعريف الثاني للعلم ينص على أن العلم عبارة عن دراسة العالم المـــادي، ويعترض البعض على هذا التعريـــف بكونـــه لا يشـــمل فروعـــاً مـــن المعـــارف كالرياضيات والعلوم الإنسانية مثلاً. ويعرف آخرون العلـــم بأنـــه مجموعـــة مـــن الاستدلالات المنطقية الناتجة عن عدد كبير من الملاحظات. إلا أن البعض يعــترض على أنه ليس من الضروري استخدام الأسلوب المنطقي في التفكير لتكوين المعرفـــة العلمية. ويتضمن المنطق الاستناد إلى مقدمتين ثم استخلاص المعرفـــة مـــن جهـــة اشتراك المقدمتين بصفة عامة، وهذا أمر قد لا يحصل في تكوين المعرفة العلميـــة. وكذلك يعترض آخرون على هذا التعريف من حيـــث إيـــراده لعـــدد كبـــير مـــن الملاحظات كجزء من التعريف، ذلك أن المعرفة العلمية قد تنشأ دون الحاجة إلـــى عدد كبير من الملاحظات كما حصل في النظرية النسبية الخاصة إذ تمكن آينشـــتين من صياغة نظريته هذه بالاستناد إلى ملاحظة واحـــدة وهـــي تجربـــة ميكلســـون ومورلي التي أثبتت أن سرعة الضوء ثابتة وعدم وجود وسط ناقل للضوء وهو مـــا كان يعرف بالأثير.

أما التعريف الرابع، وهو الشائع والأكثر شهرة بين العلمـــاء والمختصيـــن، فهو اعتبار العلم طريقة مخصوصة في البحث أو ما ينتج عنها من معارف. ويكـــاد هذا التعريف يشبه التعريف الثاني إلا أنه يركز على طريقة البحـــث بينمـــا يركـــز التعريف الثاني على موضوع البحث. فلا يوجد اعتراض على هذا التعريف ســـوى أنه لا يشمل بعض المعارف كالرياضيات والفلك وشتى المعارف الإنسانية. ونلاحـــظ أن الفلك يدخل في إطار العلم حسب التعريف الثاني لأنه لا يحدد طريقة مخصوصة للبحث بينما لا يدخل الفلك في إطار العلم حسب هذا التعريـــف إذ أن كثـــيراً مـــن المعارف المتعلقة بالفلك تتأتى عن طريق الملاحظة العلمية (الرصد الفلكي) فحســـب

ولا تكتمل بالتالي الطريقة المخصوصة المذكورة في هذا التعريف. هذه الطريقة تعرف باسم الطريقة العلمية ومحورها، الذي يميزها عن سائر طرق وأساليب تكوين المعرفة، هو التجربة.

وأخيراً، وفي عام ١٩٦٨م، جاء العالم الفيزيائي جون زايمان بتعريف آخر للعلم، حيث يعرفه بأنه: جهدٌ يبذل للوصول إلى اتفاق حول معرفة عامة. ونلاحظ من هذا التعريف، أنه لم يحدد طريقة مخصوصة في البحث وإنما بدلاً من ذلك حدد شرطين أساسيين ينبغي توافرهما حتى يصح اعتبار المعرفة علماً. أول هذين الشرطين هو قابلية الوصول إلى اتفاق في قضاياها الجزئية حين حصول اختلاف حولها، والشرط الثاني هو كون الاهتمام حول قضايا المعرفة الجزئية عاما. فما لم تحقق المعرفة هذين الشرطين فلا تعدّ علماً حسب هذا التعريف. فمثلاً علم الحقوق أو المحاماة لا تعد علماً، بموجب هذا التعريف لصعوبة الوصول إلى اتفاق حول قضاياها الجزئية حين الاختلاف حولها. وذلك كما يحصل حين يختلف محاميان حول نفس القضية ويتبنى كل منهما رأياً مغايراً للآخر، في حين أن كلاً منهما يستند إلى الأسس الحقوقية التي يستند إليها الآخر. وكذلك فإن التكنولوجيا لا تعد علماً، بموجب هذا التعريف، لأنها تفتقر إلى عمومية الاهتمام حول قضاياها الجزئية. فأهل الاختصاص في مصنع للإلكترونيات في مكان ما يعالجون مشاكل تواجه صناعتهم تختلف عن المشاكل التي تواجه مصنع آخر للإلكترونيات، بسبب كون المصنعين يقومان بتصنيع منتجات تختلف في نمط التصنيع أو لكونهما (أي المصنعين) قد بلغا درجة من المعرفة الصناعية أو لأنهما يستخدمان مواداً خام تختلف في نقاوتها أو لغير ذلك من الأسباب. وبالتالي نجد أهل الاختصاص في كل من المصنعين غير مهتمين بالقضايا المعرفية التي ترتبط بالمشاكل التقنية للمصنع الآخر. وذلك أن الرغبة في التنافس والربح المالي الأوفر والإنتاج الأدق للسلع كل ذلك يؤدي إلى ضرورة الاستغلال الأمثل للوقت وبالتالي نجد أهل الاختصاص من

القائمين على البحث والتطوير في كل مصنع يهتمون بتطوير صناعتهم منطلقين من المرحلة التي يكونوا قد وصلوا إليها والتي ليست بالضرورة نفس المرحلة التي يكون مصنع آخر قد وصل إليها. هذا بطبيعة الحال بالإضافة إلى كون الأبحاث التقنية تعتبر خاصة من حيث عدم تعميمها ونشرها بسبب الرغبة في التفوق وعدم كشف أسرار الصناعة للآخرين. لذا فالصناعة والتكنولوجيا لا تحقق شرط عمومية المعرفة، لكون معارفها خاصة سواء من جهة واقع الحال الناجم عن التنافس الشديد أو من جهة الاهتمام بها.

ولعل من المناسب أن ننهي الحديث عن مصطلح العلم بالقول بأن المعنى الشائع والأكثر شهرة للعلم، بمعناه الخاص، هو أن العلم عبارة عن طريقة مخصوصة في البحث أو ما ينتج عنها من معارف، هذه الطريقة تسمى الطريقة العلمية، والتي سنتحدث عنها بعد قليل. وتشكل الطريقة العلمية كيفية محددة واضحة للوصول إلى اتفاق بين أهل الاختصاص في حالة اختلافهم. ذلك أن الطريقة العلمية تمتلك محكا يسهل الرجوع للواقع قيد الدرس ومقارنة الآراء النظرية والفرضيات به، وبالتالي تسهل الوصول إلى اتفاق في حالة حصول اختلاف بين هذه الآراء والفرضيات. وتعريف زايمان، الذي هو الأحدث زمنا، لا يلتزم بكيفية محددة للوصول إلى اتفاق، فما دام ذلك ممكنا سواء كان ذلك عن طريق الطريقة العلمية أو غير ذلك وما دامت المعرفة عامة، عند ذلك فإن المعرفة تسمى علما. فزايمان إذا يعمم كيفية الوصول إلى اتفاق في القضايا المعرفية ويضيف شرطا آخرا لاعتبار المعرفة علما وهو عمومية الاهتمام حول قضاياها. إن كيفية الوصول إلى اتفاق في حالة الاختلاف تعني كيفية الرجوع إلى الواقع قيد الدرس فإذا كان الرجوع إلى الواقع ميسورا كانت قابلية الوصول إلى اتفاق ممكنة وليس ذلك محصورا بالطريقة العلمية فقط. الطريقة العلمية تنطبق على جزء يسير من المعارف وهي تلك المتعلقة بدراسة المادة فحسب. ولعل نشأة الحضارة الغربية

في القرن السابع عشر للميلاد والتي أعطت زخماً كبيراً لعلوم المـــادة هـــي التـــي جعلت مثل هذه العلوم تحظى بالنصيب الأكبر من الاعتبار، وبالتالي جعلت أغلـــب تعاريف العلم المذكورة تنحصر في موضوع دراسة مادة هذا الكون الجماد. بينمـــا نجد أن الواقع الحضاري للمسلمين، أيام نهضتهم، قد ميّز من المعرفة نوعـــاً مـــن المعارف أسماه علماً وذلك على أساس قطعيتها وعدم كونها ظنية. فالعلم عند علمـاء الأصول من المسلمين هو الإدراك الجازم المطابق للواقع. فإذا كان الأمـــر كذلـك فالمعرفة الناتجة تفيد العلم وتؤخذ في الاعتقاد وإذا لم تكن كذلك فيقـــررون أنـــها لا تفيد العلم وإنما تفيد الظن. وبالتالي فكلمة العلم كانت مرادفة، عند المسلمين، للأمور الإعتقادية.

الطريقة العلمية

هي إحدى طرق تكوين المعرفة الإنسانية وليست الطريقة الوحيـــدة التـــي تؤدي إلى معارف معتبرة ومقبولة، ولو أنها الطريقة التي تحظى بالنصيب الأكـــبر من الاعتبار في إطار الحضارة الغربية والسائدة على سطح الكرة الأرضيـــة فـــي نهاية هذا القرن (العشرين) وذلك لأسباب تتعلق بنشأة هذه الحضـــارة كمـــا ســـبق وأشرنا. فهناك على سبيل المثال الطريقة الإحصائية وهناك الأسلوب المنطقي فـــي التفكير كما في الرياضيات مثلاً وهناك منهج البحث التاريخي التوثيقي وغير ذلـــك. وتتكون الطريقة العلمية من الخطوات العلمية الأربعة التالية:

١. الملاحظة العلمية

٢. الفرضية العلمية

٣. التجربة المضبوطة

٤. تكوين المعرفة العلمية

الملاحظة العلمية

وهي ملاحظة الواقع المحسوس عن طريق الحواس، وتختلــف الملاحظــة العلمية عن الملاحظة العادية بأمور عديدة. فالملاحظة العلمية تستند إلـــى أســاس نظري وتعتمد على معلومات سابقة بحيث لا يمكن القيام بها دون ذلك. وضــرورة ذلك من ناحيتين: فالأساس النظري ضروري لاختيار الملاحظــة وتوجيهــها، أي معرفة ما يريد العالم ملاحظته، وكذلك فالأساس النظري ضروري لطــرح تفسـير أولي للملاحظة. فملاحظة الجيولوجي لقطع صخرية مختلفة الألوان تعتبر ملاحظــة علمية وكذلك الحال عند ملاحظة عالم نووي لظاهرة نووية بينمــا ملاحظــة غــير المتخصص لمثل هذه الملاحظات تعتبر عادية وذلك لافتقــاره للأســاس النظــري. والفرق الثاني أن الملاحظة العلمية تكون كمية، أي يعبر عنها بأرقام بينمــا تكــون الملاحظة العادية عادة نوعية أو وصفية. فمثلاً ملاحظة الأم لدرجة حرارة طفلــها تكون وصفية بحيث أنها تكتفي بملاحظة كونه ساخناً أم لا، بينما ملاحظة الممرضــة لدرجة حرارته تكون كمية حيث أنها تسجل بالضبط قيمة درجة الحــرارة وتســجل كيفية تغيرها مع الزمن، لذلك فملاحظة الأم عادية بينما ملاحظة الممرضة علميــة. والفرق الثالث هو أن الباحث أو الملاحظ العلمي عندما يلاحظ أمراً ما يتعلق بإحدى الظواهر عادة ما يقوم بملاحظة أمور معينة محيطة بالأمر الرئيسي الذي يلاحظــه مثل ملاحظة الممرضة لدرجة حرارة المريض فإنها أيضاً تلاحظ عاملاً آخراً وهــو الزمن حيث من المهم لها أن تلاحظ تغير درجة حرارة المريض مع الزمن. وكذلــك الباحث الفيزيائي مثلاً عندما يلاحظ ظاهرة معينــة لدراســة امتصــاص الإشــعاع النووي مثلاً فإنه لا يلاحظ هذا الامتصاص فحسب وإنما يلاحظ عوامل ومتغــيرات أخرى مثل مكونات المادة وسمكها ودرجة نقاوتها وغير ذلك. وكذلك الجيولوجــي عندما يلاحظ قطعة صخرية معينة فإنه يسأل عن مصدرها أو المكان الذي أخــذت منه لتحديد أهمية هذه القطعة الجيولوجي، بينما الملاحظ العادي لا يهتم بذلــك. ولا

يخفى ضرورة المعلومات السابقة المتعلقة بالملاحظة لتحديد أية أمور ينبغي ملاحظتها، الأمر الذي أطلقنا عليه توجيه الملاحظة.

الفرضية العلمية

وهي عبارة عن تفسير أولي للملاحظة، وتتصف الفرضية بكونها عامة من حيث صياغتها، فهي تشكل قاعدة عامة تتدرج تحتها الملاحظة قيد الدرس وتتدرج تحتها ملاحظات أخرى. وطرح الفرضية يعتمد على توافر المعلومات السابقة أو الأساس النظري الذي يتعلق بالملاحظة. وذلك كفرضية بور في تركيب الذرة إذ أراد هذا العالم أن يعطي تفسيراً أولياً لملاحظة رذرفورد المتعلقة بتشتت جسيمات ألفا عن صفيحة رقيقة من الذهب وكذلك لتفسير ملاحظة كون الذرات مستقرة. بالنسبة لتشتت جسيمات ألفا عن صفيحة الذهب فقد قدم رذرفورد فرضية لذلك تنص على أن معظم حجم الذرة فراغ مطلق وأن معظم الكتلة الذرية مركزة في مركز الذرة – تركيز الكتلة هذا أطلق عليه اسم النواة – وتدور حول النواة، الموجبة الشحنة، الإلكترونات السالبة الشحنة. إلا أن فرضية رذرفورد لم تستطيع تفسير الملاحظة أخرى وهي استقرار الذرات. عندئذ جاء بور وقدم فرضيته، المعروفة باسمه والتي تنص، في جزء منها، بأن الذرات لا تصدر إشعاعات ما دامت إلكتروناتها تتحرك في مدارات محددة وأن الإشعاع أو امتصاص الإشعاع يحصل فقط عندما تنتقل الإلكترونات الذرة من مدار لآخر. نلاحظ من ذلك أنه بالرغم من أن الملاحظة الأولى تتعلق بجسيمات ألفا وصفيحة الذهب إلا أن الفرضية التي قدمها رذرفورد وعدلها بور لا يوجد بها ذكر للذهب أو لجسيمات ألفا فصياغتها عامة من حيث أن الفرضيتين يشملان ذرات الذهب وغير الذهب. ونلاحظ أيضاً أنه لم يكن من الممكن لرذرفورد أو لبور أن يقدما فرضيتهما لو لم تكن لديهما معلومات فيزيائية سابقة تتعلق بالفيزياء وبالذات في علمي الميكانيكا والنظرية الكهرومغناطيسية.

ومن الجدير بالملاحظة أنه عند تقديم الفرضية فإن العالم غالباً ما يستخدم المنطق الاستقرائي، أي يعمم صفة ما يلاحظها موجودة بين جزئيات عديدة، مثل أن يلاحظ باحث أن المقاومة الكهربائية لأسلاك نحاسية وأسلاك من الألمنيوم أو أسلاك من الفضة تزداد مع درجة الحرارة، فيقوم العالم بتعميم سلوك هذه الجزئيات ويقدم الفرضية التالية: "تزداد المقاومة الكهربائية للفلزات مع ازدياد درجة الحرارة" وذلك لكون المواد المكونة للأسلاك التي قام بدراستها مواد فلزية.

ومن الفرضيات التي أكدت التجارب الفيزيائية صحتها تلك المتعلقة باللف الالكتروني لتفسير ظاهرة التركيب الطيفي الدقيق. وأخيرا نشير إلى نوع آخر من الفرضيات العلمية وهو الذي لا يتعلق بتفسير أولي لملاحظة علمية، وإنما ينشأ عن طريق تنبؤ لنظرية علمية ما. ومن ذلك فرضية وجود الأثير كوسط ناقل للأمواج الكهرومغناطيسية لتفسير انتقال هذه الأمواج في الفراغ الموجود بين الأجرام الفلكية، وقد أثبتت التجربة خطأ هذا الفرض. ومن الأمثلة الأخرى على هذا النوع من الفرضيات فرض انحناء الضوء عندما يقترب من جسم فلكي كالشمس، وهذا الفرض تنبأت به نظرية النسبية، وقد أثبتت الملاحظة العلمية صحته.

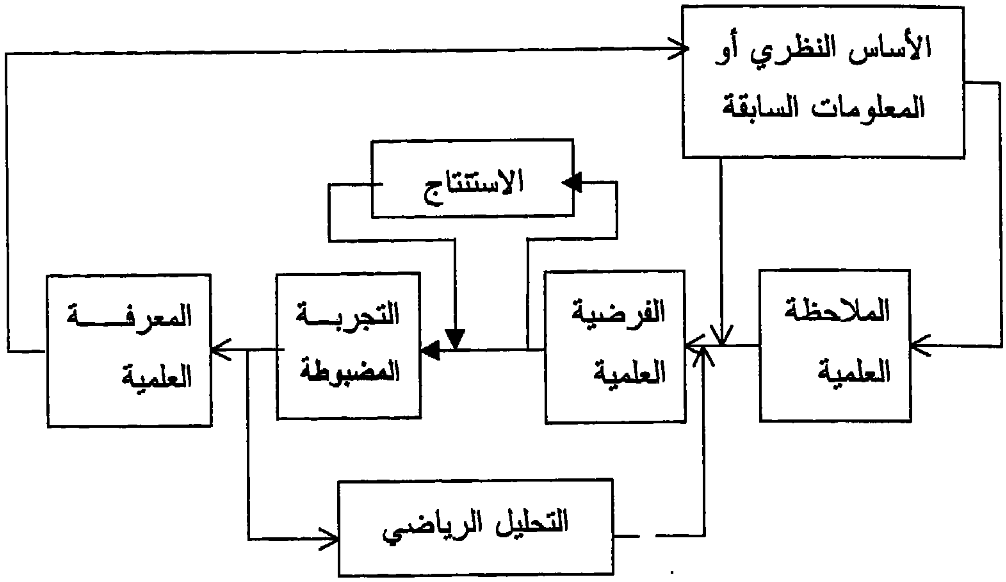
التجربة المضبوطة

ويقصد بذلك دراسة سلوك الواقع قيد الدرس تحت ظروف وعوامل نقوم بتحديدها وذلك بهدف التأكد من صحة الفرضية المقدمة كتفسير أولي للواقع وسلوكه. ذلك أن الفرضية تمتاز بكونها عامة، أي أنها تتضمن جزئيات عديدة وليس فقط الجزئية التي تتعلق بها الملاحظة. لذلك فإن الباحث أو العالم يستخدم المنطق الاستنتاجي لاستخلاص جزئية من الجزئيات التي تندرج تحت الفرضية. فمثلا إذا قدم أحد العلماء فرضية لتفسير السلوك الكهربائي لسلك من النحاس مع تغير درجة الحرارة، وكانت هذه الفرضية تنص على أن الفلزات عموما تمتلك هذا السلوك، فإنه يستخلص من الفرضية أن سلكا من الخارصين سيسلك نفس السلوك

لأنه فلز، وهنا يأتي دور التجربة للتحقق من صحة هذا الاستنتاج. وعادة ما تحـــدد الفرضية ظروفاً أو عوامل معينة يحصل عندها السلوك الذي تتوقعه. لذلـــك فـــإن العالم عند قيامه بالتجربة، يخضع الواقع قيد الدرس، لـــهذه الظـــروف والعوامـــل ويلاحظ سلوكه عندئذ بصورة كمية. وبعد ذلك يحلل النتائج التـــي يحصـــل عليـــها رياضياً ويقارنها مع ما تتوقعه الفرضية، فإن تلاءمت معها الفرضية وتلاءمت مـــع نتائج تجارب أخرى مماثلة أصبحت نظرية علمية. وإذا لم تتلاءم نتائج التجربة مـــع ما تتوقعه الفرضية فإنها تعدل بصورة ملائمة ثم يعـــاد إجـــراء التجربـــة وتقـــارن نتائجها مع الفرضية المعدلة، وتكرر العملية حتى نحصل على فرضية تتلاءم مـــع نتائج التجربة، إذ تسمى الفرضية المعدلة عندئذ نظرية علمية.

تكوين المعرفة العلمية

وتأتي هذه الخطوة بعد إجراء التجربة. وتتكون من التحليل الرياضي لنتـــائج التجربة ومقارنة ذلك مع الفرضية ثم إجراء التعديل اللازم علـــى الفرضيـــة حتـــى تتلاءم مع نتائج التجارب المختلفة التي تجري على الواقع قيد الدرس. عندئذ تصبـــح الفرضية نظرية أو قانوناً علمياً. وتتكون المعرفة العلمية من مجمـــوع النظريـــات والقوانين العلمية. ويبين الشكل التالي مخططاً توضيحياً للطريقة العلمية.

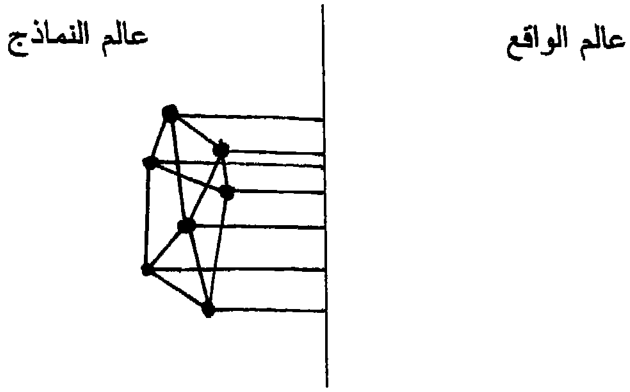


مخطط توضيحي للطريقة العلمية

التفسير العلمي

يقصد بالتفسير أو الفهم العلمي للظواهر المحسوسة توحيد النظر إلى هذه الظواهر وذلك عن طريق الربط المنطقي بينها في إطار متناســـق مـــن المفـــاهيم العقلية المجردة. وتعبر هذه المفاهيم عن الظواهر المحسوسة، نظرا لكونها متصلـــة بالملاحظات بصورة مباشرة، وكذلك فإن هذه المفاهيم تكون متصلة ببعضها البعـض اتصالاً منطقياً. وبالتالي فإن التفسير العلمي لا يتم في فراغ عقلي وإنما يتم بدلالـــة هذه المفاهيم والتي تسمى مفاهيم علمية. ونشير إلى أن المفهوم العقلـــي ينبغـــي أن يحقق شرطين حتى يصح اعتباره مفهوماً علمياً؛ فمن الضروري أن يكون متصـــلاً بالواقع المحسوس، من حيث صلته بظاهرة محسوسة معينة، وكذلك من الضـــروري أن يكون متصلاً بسائر المفاهيم بصورة منطقية. وعادة ما يعـــبر عـــن الاتصـــال

المنطقي بين المفاهيم العلمية على شكل معادلات رياضية. ويمثل العـــالم الفيزيـــائي وفيلسوف العلم المعاصر مارجينو Margenau عملية التفســـير العلمـــي للظواهـــر المحسوسة بالشكل التالي، والذي يميز فيه بين عالم الواقع وعالم النمـــاذج ويمثـــل المفاهيم العلمية بنقاط متشابكة مع بعضها البعض حيث يمثـــل التشـــابك العلاقـــات الرياضية المنطقية بين المفاهيم العلمية. وتشكل هذه المفاهيم المتشابكة هيكلاً نظريـــاً يتم من خلاله النظر إلى ظواهر محسوسة عديدة نظرة واحدة. أي أنه يتـــم توحيـــد هذه الظواهر من خلال هذا الهيكل النظري من المفاهيم العلمية المتصلة مع بعضـــها البعض والمتصلة بعالم الواقع؛ فبينما ينظر العالم إلى ظواهـــر محسوســـة متعـــددة



تصور مارجينو للتفسير العلمي

نظرة واحدة، أي ضمن إطار واحد متشابك من المفاهيم العلمية، فإن هذه الظواهـــر تبدو، لبادي الرأي، مشتتة غير ذات صلة ببعضها البعض. وهذا هو الفـــرق بيـــن العالم وغير العالم، فالعالم يفسر أو يفهم الظواهر، بمعنى أنه ينظر إليها ضمن إطـار متشابك واحد من المفاهيم وهذا ما يعبر عنه الفيزيـــائي عبـــد الســـلام بقولـــه: "إن الفيزياء لا تفسر الأشياء وإنما توحدها"

ويدرك العلماء، في شتى العصور، تماما وبصورة واضحة طبيعة التفسير العلمي وماهيته بالصورة المذكورة آنفا. للاستئناس انظر إلى الحسن ابن الهيثم إذ يقول: "فرأيت أنني لا أصل إلى الحق إلا من آراء يكون عنصرها الأمور الحسية وصورتها الأمور العقلية".

ويقول أبو الريحان البيروني: "إن العلم اليقيني لا يحصل إلا من إحساسات يؤلف بينها العقل على نمط منطقي".

وكذلك يقول ألبرت آينشتين: "إن هدف العلم، سواء كان طبيعيا أم نفسيا، هو تنسيق خبراتنا الحسية ووضعها في نظام منطقي".

نلاحظ أن كافة هذه "الاقتباسات متناسقة تماما وتعبر عن نفس الماهية للتفسير العلمي التي سبق وأوضحناها. فالإحساسات، والتي يعبر عنها بدلالة المفاهيم العلمية، يؤلف بينها العقل على نمط منطقي عندما يسعى العالم لتفسير الظواهر المحسوسة وهذا عين ما يقوله البيروني وآنيشتين. وكما يقول الحسن بن الهيثم فإن العنصر الرئيسي للعلم هو الأمور الحسية، أي عالم الواقع حسب تصور مارجينو، وصورتها الأمور العقلية، أي النماذج النظرية في عالم النماذج، حسب نفس التصور. ونلاحظ أيضا أنه بقدر ما يزداد عدد الظواهر التي يفسرها العلماء ضمن هيكل نظري معين (أي نظرية معينة) بقدر ما يزداد، بالمقابل، عدد المفاهيم العلمية المكونة لهذا الهيكل، وهذا ما يطلق عليه الفيزيائي ستيفن واينبرغ قانون حفظ الصعوبات. ذلك أن الظواهر المحسوسة قبل أن يتولى العلماء تفسيرها تمثل ألغاز أو صعوبات بالنسبة لهم وعندما يفهمون هذه الظواهر، أي لم تعد تشكل صعوبات لهم، فإنهم يكونون قد أضافوا عددا من المفاهيم العلمية الجديدة للهيكل النظري للمعرفة والتي هي نفسها بمثابة ألغاز أي صعوبات، لأن المفاهيم العلمية لا تعدو كونها تركيبات أو مفاهيم عقلية مجردة يتصل كل منها بإحدى خصائص المادة

المحسوسة. فأي مفهوم علمي، كالكتلة والشحنة واللف الإلكتروني إلخ، يعرف بأنه خاصية من خصائص المادة تسلك سلوكا معينا أو تخضع في سلوكها لقانون معين.

ومن أمثلة التفسير العلمي للظواهر خذ النظرية الكهرومغناطيسية، التي تمثل هيكلا مترابطا من المفاهيم العلمية، كالشحنة الكهربائية والمجال الكهربائي والمجال المغناطيسي وسائر المفاهيم الكهرومغناطيسية والفيزيائية. وبدلالة هذا الهيكل ينظر إلى الظواهر الكهربائية والمغناطيسية نظرة واحدة؛ أي تندرج هذه الظواهر تحت إطار هذه النظرية. بينما هذه الظواهر: مثل جذب البلاستيك المدلوك بالصوف لقطع صغيرة من الورق وكظاهرة الصواعق الكهربائية وظاهرتي البرق والرعد وقوس قزح تبدو لبادي الرأي مشتتة وغير ذات صلة ببعضها البعض. وكذلك الأمر في النظرية الذرية للمادة حيث يتم من خلالها النظر إلى بعض ظواهر المادة المختلفة كظاهرة التفريغ الكهربائي وظاهرة انبعاث الأشعة السينية وظواهر امتصاص وانبعاث الضوء وكذلك كيفية تغير الحرارة النوعية للمواد مع درجة الحرارة نظرة واحدة. ومن الأمثلة على ذلك تفسير البنية الطيفية الدقيقة عن طريق تقديم مفهوم جديد وهو اللف الالكتروني وربطه بسائر المفاهيم الفيزيائية التي كانت معروفة كالعزم المغناطيسي والمجال المغناطيسي والطاقة.

عناصر المعرفة العلمية

تشكل المعرفة العلمية بنيانا نظريا تترابط عناصرها ترابطا منطقيا، وأهم هذه العناصر هي:

١- الحقائق

وهي عبارة عن ملاحظات حسية مباشرة أو غير مباشرة يحصل عليها الباحث عن طريق الأجهزة التي توسع مدى الحواس. ومن أمثلة ذلك:

أ. يقع قلب الإنسان في الجانب الأيسر من الصدر.

ب. مذاق العسل حلو.

جـ. تتمدد الأجسام عموما بالحرارة وتتقلص بالبرودة.

د. تشرق الشمس من الشرق وتغيب من الغرب.

هـ. يذوب السكر في الماء وتزداد ذائبيته بارتفاع درجة الحرارة.

و. تتجذب الأجسام المادية باتجاه الأرض ونحو بعضها بعضا.

ي. تتجذب بعض الأجسام المشحونة من بعضها بعضا، بينما يتنافر البعض الآخر.

٢- المفاهيم العلمية

هي عبارة عن مصطلحات تحمل أفكارا متصلة بالحقائق المحسوسة، أي بعالم الواقع. ومن أمثلة ذلك:

أ. الكتلة وهناك نوعان منها هما الكتلة القصورية وترتبط بخاصية محسوسة للمادة وهي قصورها عن تغيير وضعها الحركي ذاتيا. والكتلة الجاذبية وترتبط بخاصية جذب الأجسام المادية لبعضها بعضا.

ب. المجال:

وهناك أنواع مختلفة منه بحسب نوع القوة التي نعتبرها، فهناك المجال الجاذبي، والمجال الكهربائي والمجال المغناطيسي الخ. والمجال، بكافة أنواعه، عبارة عن فكرة ترتبط بالتأثير عن بعد (دون إتصال مادي) التي تتصف بها القوى التي يعرف المجال لوصفها.

جـ. الشحنة الكهربائية

وهي فكرة تتصل باكتساب بعض الأجسام لخاصية التأثير عن بعد نتيجة دلكها ببعض المواد مثلا.

د. اللف الإلكتروني

وهي مرتبطة بخاصية محسوسة وهي تلك المتعلقة بالتركيب الطيفي الدقيق للذرات.

٣- القوانين العلمية

يعرف القانون العلمي بأنه عبارة عن علاقة منطقية، مصاغة رياضيا، تربط بين مجموعة من المفاهيم العلمية. ومن أمثلة القوانين العلمية:

أ. قانون كولوم في الكهرباء الساكنة

ويربط هذا القانون بين مفاهيم الشحنة الكهربائية والمجال الكهربائي (أو القوة الكهربائية) والمسافة.

ب. قاعدة التكافؤ لآينشتاين

وتربط هذه القاعدة بين مفهومي الكتلة القصورية والكتلة الجاذبية.

جـ. قانون سنل في علم الضوء

ويربط بين مفاهيم الشعاع الساقط والشعاع المنكسر وزاويتي السقوط والانكسار.

د. قانون حفظ الطاقة الميكانيكية

ويربط بين مفهوم طاقة الحركة وطاقة الوضع عند أوضاع حركية مختلفة.

هـ. قانون الغازات العام

ويربط بين مفاهيم الضغط ودرجة الحرارة وعدد المولات للغاز.

ويعد القانون العلمي أولى مراحل التفسير العلمي إذ أنه يفسر الحقـــائق ذات الصلة بالمفاهيم التي تربط بينها. وعملية التفسير العلمي هي عينها عملية الربط بيـن الحقائق الحسية معبرا عنها بدلالة المفاهيم العلمية.

٤- النظريات العلمية

والنظرية العلمية عبارة عن إطار منطقي يربط بين مجموعة من القوانيـــن العلمية، فالنظرية أعم من القانون حيث أنها توحد بين عدد مـــن القوانيـــن. أي أن النظرية تفسر القوانين والتي بدورها تفسر الحقائق الجزئية ولذا تعد النظرية العلميـة إطارا منطقيا واسعا، يتضمن مجموعة قوانين، يتم من خلاله النظر إلـــى الحقـــائق وفهمها. ومن أمثلة ذلك:

أ. نظرية الجاذبية لنيوتن

والتي تتضمن، قوانين كبلر الفلكية وقانون سقوط الأجســـام نحـــو الأرض والقوانين التي تحكم حركة الأجسام الفلكية بعامة.

ب. نظرية النسبية العامة

والتي تشمل القوانين التي تشملها نظرية الجاذبية لنيوتـــن بالإضافـــة إلـــى القوانين المتعلقة بالزمان والمكان وكذلك تأثير الجاذبية على الضوء.

جـــ. النظرية الكهرومغناطيسية

وتشكل إطارا عاما يربط بين كافة القوانين المتعلقة بـــالظواهر الكهربائيـــة والمغناطيسية والضوئية، أو بكلام مكافئ، تمكن النظرية من تفسير هـــذه القوانيـــن عن طريق اشتقاقها ضمن الإطار المشار إليه.

تطور المعرفة العلمية

المعرفة العلمية، بكافة عناصرها، ليست ساكنة ومستقرة وإنما متغيرة وديناميكية في جميع الأزمان، فهي عرضة للتطور والتغير والتبدل. وقد يحصل التطور والتبدل بصورة متصلة تدريجية وقد يحصل بصورة منفصلة وبشكل جذري. ومن أمثلة التطور الجذري ظهور نظرية الكم في بداية هذا القرن وكذلك نظرية النسبية وسبب كون التطور جذريا في كلتا الحالتين، آنفتي الذكر، يعود إلى اكتشاف ظواهر حسية (تجريبية)، أي حقائق، لم تستطيع النظريات الكلاسيكية استيعابها.

محدودية العلم

نظرا للاعتبار والتقدير الكبيرين اللذين يحظى بهما العلم في العصر الحاضر، فإن البعض وخاصة من غير المختصين، يظن أن قدرات العلم غير محدودة. وحقيقة الأمر أن المعرفة العلمية، كأي جهد بشري، محدودة سواء كان ذلك من حيث المجال الذي يبحث فيه العلم أو من حيث دقته وماهيته. وقد أجاد العالم وارين ويفر Waren Waver في حصر محدودية العلم في أوجه خمسة وذلك في كتاب "العلم: معنى وطريقة".

فالوجه الأول لمحدودية العلم يكمن في أن كثيرا من قواعد العلم الكلية ما زالت تحظى بجدل واختلاف من قبل المختصين. وهذا دليل واضح على عدم اكتمال المعرفة العلمية وبالتالي محدوديتها. ولو كان الأمر يتعلق بفرعيات المعرفة العلمية لهان الأمر بل الأمر يتعلق بقواعد عامة وخطوط عريضة. فمثلا تعد نظرية التطور، وبوجه خاص الداروينية الحديثة إطارا عريضا يتم من خلاله فهم الظواهر الحياتية كلها، أي أنها أساس عريض عام لعلم الحياة. وبالرغم من ذلك فإن هناك بين علماء الحياة الأفذاذ، من يعتبرها نظرية مهزوزة علميا، وهناك من يعتبر

الداروينية الحديثة مجرد أسطورة. للاستئناس أنظر إلى كتاب "الداروينية كما ترى اليوم" لترى آراء نخبة من خيرة علماء الحياة الفرنسيين في هذه النظرية أو إلى كتاب "التطور من الفضاء" Evolution From Space تأليف هويل F. Hoyle وزميله إذ يعتبران الداروينية الحديثة محض أسطورة وذلك بالرغم من أخذهما بالتطور ولكن بمنظور يختلف عن الداروينية. وكذلك ففي علم الفيزياء الحديث، حيث لا تحظى نظرية الكم باتفاق بين الفيزيائيين حول تفسيرها بالرغم من شيوع التفسير الاحتمالي (الإحصائي) الذي جاءت به مدرسة كوبنهاجن من الفيزيائيين. فمدرسة كوبنهاجن تقول بقاعدة اللاتحديد لهيزنبرغ كجزء أساسي في نظرية الكم بينما لا يرى فيزيائيون كبار مثل آينشتين ودي برولي وغيرهم ذلك. أيضا فإن الفيزيائي المرموق جوليان شوينجر يعتمد في دراساته على فهم خاص به، يحاول نشره بين العلماء، لنظرية الكم. هذا الاختلاف في الخطوط العريضة للمعرفة العلمية لا شك يدل على عدم اكتمال هذه المعرفة وعلى محدوديتها من حيث المحتوى.

أما الوجه الثاني لمحدودية العلم فهو أن الفهم العلمي الشائع لسلوك مكونات المادة المجهرية والناتج عن نظرية الكم هو فهم احتمالي، أي أنه بعيد عن الدقة. ونظرا لأن سلوك المادة المحسوسة بكافة أشكالها ناتج عن سلوك مكوناتها المجهرية فإن الفهم الذي يقدمه العلم لهذا السلوك احتمالي أيضا وبالتالي محدود من حيث قدرة العلم وطبيعته.

والوجه الثالث لمحدودية العلم هو أن التفسير العلمي للظواهر المحسوسة يتم بدلالة مفاهيم عقلية مجردة تعبر عن خصائص المادة المحسوسة. ولكن ماهية هذه المفاهيم بالنسبة للعلماء غير معروفة سوى أنها تمثيل كمي لخصائص المادة التي يريدون تفسيرها وهذا الأمر هو الذي جعل الفيزيائي المعروف عبد السلام يقول مقالته الآنفة الذكر والتي خلاصتها أن الفيزياء لا تفسر الأشياء وإنما توحدها.

وهذا لا يقلل من شأن العلم أو العلماء وكل ما في الأمر هو أن تفسير الظواهر يعني "حزمها" أو "توحيدها" مع بعضها البعض. إذن فالتفسير أو الفهم العلمي محدود من حيث الحد الذي ينتهي إليه.

أما الوجه الرابع لمحدودية العلم فناتج عن أن العلم يعتمد في طريقته على المنطق الاستقرائي منه أو الاستنتاجي في كثير من الأحيان. ونظرا لأن المنطق بنوعيه محدود في مدى دقته فالعلم يكون محدودا تبعا لذلك. حيث أننا في المنطق الاستقرائي نستخلص قاعدة معرفية عامة من عملية الاستقراء، أي من الاستعراض العقلي لجزئيات عديدة. ولكن نظرا لاستحالة الإحاطة بجميع الجزئيات، فإن القاعدة المعرفية العامة المستخلصة لن تكون بالضرورة صحيحة. وهذا ما يعرف بمشكلة الاستقراء، والناتجة عن كون التعميم الناتج عن استقراء عدد معين من الجزئيات ليس بالضرورة صحيحا لكون عدد الجزئيات المعتبرة لا يشمل جميع الجزئيات الموجودة في هذا الكون. ذلك أننا لو اعتبرنا عددا أكبر من الجزئيات فمن الممكن أن نلاحظ بعض الجزئيات التي تشذ في سلوكها عن سلوك سائر الجزئيات التي ظننا عموميته. ومهما كان عدد الجزئيات كبيرا إلا أنه يبقى غير كامل الأمر الذي ينعكس على القاعدة المعرفية التي نستخلصها ويؤدي إلى محدوديتها. أما المنطق الاستنتاجي، والذي يسير من العام إلى الخاص؛ أي يبدأ من قاعدة عامة مسلمة ويستخلص (أو يستنتج) جزئية تندرج تحتها، فبطريق الأولى أن يكون محدودا أيضا. إذ أن القاعدة المعرفية العامة التي ابتدأنا منها محدودة نظرا لأنها تكون في أفضل الأحوال قد نشأت عن طريق الاستقراء والذي هو محدود كما سبق وأوضحنا.

والوجه الخامس من أوجه محدودية العلم هو أن الحواس هي طريق أو باب تكوين المعرفة الإنسانية أيا كان نوعها، علمية أو غير ذلك. والحواس محدودة من حيث مجال عملها؛ فللعين مجال من الألوان، أو باصطلاح العلماء أطوال الأمواج،

لا تتعداه وكذلك فللأذن مدى من الترددات الصوتية تستجيب له ولكنها لا تستجيب للأصوات ذات ترددات تقع خارج هذا المدى وهكذا الحال في سائر الحواس. وبالرغم من أن الأجهزة العلمية توسع مدى أو مجال عمل الحواس إلا أن ذلك يبقى أيضا محدودا. ونتيجة لذلك ولتعقيد الظواهر التي يقوم العلماء بدراستها يقوم العلماء بطرح نماذج تقريبية لوصف الواقع، وكلما ازدادت دقة الأجهزة العلمية وحساسيتها كلما تمكن العلماء من طرح نماذج أخرى أكثر دقة في وصف الوقائع؛ فكأن هناك مستويات عديدة لوصف الواقع.

هذه هي الوجوه الخمسة لمحدودية العلم التي يذكرها وارين ويفر في كتاب "العلم: معنى وطريقة". وهناك وجها سادسا آخر لمحدودية العلم وهو أن العلم بمعناه الخاص، محدود من حيث موضوع بحثه، إذ أنه لا يشمل الإنسان أو مجتمعه ولا يستطيع البحث في ظواهرهما. وسبب ذلك أنه لا يمكن إخضاع الظواهر الإنسانية أو الاجتماعية للتجربة المضبوطة، إذ لا يمكن تعريض الإنسان لظروف وعوامل غير الظروف والعوامل التي يحيا فيهما بصورة طبيعية وكذلك نظرا لوجود عوامل داخلية – مشاعر وتفكير – في الإنسان تمنع من الوصول إلى نفس النتائج في حال دراسة الإنسان في أحوال خارجية متشابهة. يقول ألكسيس كاريل في كتابه الإنسان ذلك المجهول:

"ليس بنو البشر مادة صالحة للبحث العلمي، لأن الإنسان لا يستطيع أن يجد بسهولة أناسا ذوي صفات مميزة خاصة. كما أنه يكاد يكون من المستحيل التحقق من نتائج إحدى التجارب بإحالة الموضوع إلى ما يماثله. دعنا نفترض مثلا أننا نريد أن نقارن بين طريقتين في التعليم، فلكي نقوم بهذه الدراسة فإننا نختار مجموعتين من الأطفال المتماثلين على قدر المستطاع. فإذا كان هؤلاء الاطفال – برغم اتفاقهم في العمر والجرم ينتمون إلى طبقات اجتماعية مختلفة، واذا لم يكن

طعامهم واحدا، واذا كانوا يعيشون في أجواء نفسية مختلفة، فلـــن يمكــن مقارنـــة النتائج".

فالعلم إذا محدود من هذا الجانب أيضا. وغني عـــن القـــول أن المعـــارف الانسانية، أي المتعلقة بالإنسان والمجتمع محدودة ايضا، فموضوع بحثها أعقد بكثير من موضوع بحث العلم – بالمعنى الخاص – وهو المادة الجمـــاد. ومـــا دام العلـــم محدود وموضوع بحثه أسهل فبطريق الأولى ان تكون المعارف الإنسانية محـــدودة وقاصرة.

الباب الثاني

البعد المجتمعي للعلم

الفصل الرابع

تأثير المجتمع على العلم

يتأثر العلم، سواء من جهة نوعية البحوث العلمية أو من جهة ارتقاء البحث العلمي وتطوره، بالمجتمع. ذلك أن العلم يحتاج إلى تربة اجتماعية مناسبة لينمو ويترعرع، أي يحتاج إلى بنية اجتماعية ملائمة. ونقصد بالتربة الاجتماعية منظومة القيم العقلية التي تضبط سلوك المجتمع، وهذه المنظومة تتخذ شكل النظم والتشريعات والمفاهيم والقناعات السائدة. وتنتج هذه المنظومة القيمية عن نظرة المجتمع الكلية للوجود المحسوس برمته، أي عن العقيدة التي يتبناها. وكذلك يتحدد اتجاه البحوث وتنوعها بأهداف المجتمع وغاياته وقيمه والتي تمثلها سياسة العلم والتكنولوجيا المتبناة في المجتمع المعني. وحتى النظريات العلمية الأساسية سواء في علم الحياة أو علم الفيزياء أو الفلك ليست في منأى عن التأثير الاجتماعي وقد أجاد شرودنجر، الفيزيائي المشهور، في وصف هذا التأثير وذلك في مقالته الموسومة Is sience a fashion of the times? (هل العلم موضة للعصر؟) والمنشورة في كتاب Science and Society . فالعلم دالة للمجتمع، أي يعتمد على المجتمع الذي يعيش في إطاره العلماء الباحثون والذين ينتجون العلم.

أما كون البحث العلمي والإبداع فيه، وهما يتعلقان بالمادة المحيطة بالإنسان، يحتاجان إلى تربة اجتماعية ملائمة فواضح من جهة أن سلوك الإنسان إزاء ما يحيط به يتحدد بمفاهيمه وقناعاته العقلية والتي بدورها تعد عنصرا أساسيا من عناصر التربة الاجتماعية. أيضا فالبحث العلمي يحتاج إلى دعم مجتمعي سواء

كان هذا الدعم ماديا أو معنويا ويحتاج أيضا إلى تشريعات تتعلق بالادارة وبالمال وكل شؤون الحياة تعضد البحث العلمي عن طريق إيجاد الحوافز الكفيلة بتوجيه الطاقات الملائمة للعلم. فالعلم وتقدمه في مجتمع ما ليس ظاهرة فردية وإنما اجتماعية بكل ما تحمله من معنى؛ فنظرة المجتمع للوجود المحسوس التي تحدد المفاهيم والقناعات قد تؤدي إلى تطور العلم أو إعاقته. فمثلا إذا كانت مفاهيم من نوع التعالي الطبقي أو العبثية في الحياة أو عدم الصبر أو الإفراط في الفردية وعدم التعاون مع الآخرين شائعة في المجتمع فإن ذلك يعمل على إعاقة العلم وعدم تطوره، ونقيض هذه القناعات تؤدي إلى تطور العلم وتقدمه وكذلك فإن تشريعات اجتماعية تتناغم مع أفراد المجتمع وقناعاتهم وتوفر المحدد النفسي للعلماء واللازم للتقدم العلمي، وذلك من جهة الراحة المعنوية والمادية للعلماء ومن جهة توفير مستلزمات البحث العلمي وأدواته، وتعمل على توزيع أفراد المجتمع في المسارب الحياتية المختلفة بصورة تتفق مع قدراتهم وتتسم باليسر الاداري، مثل هذه التشريعات توفر الإطار الملائم لازدهار العلم ونموه وعكس ذلك أيضا صحيح.

أما أن اتجاه البحوث العلمية وتنوعها يعتمد على المجتمع فذلك ناجم عن أن لكل مجتمع قيما عليا معينة يعمل على تأصيلها في أفراده وأن هناك أهدافا وغايات يعمل المجتمع على تحقيقها. وبالتالي يعمل المجتمع على تحقيق هذه الأهداف والغايات بتحديد نوعية البحوث المتلائمة معها وبصورة تنسجم مع القيم المجتمعية التي يتبناها المجتمع. ويتم ذلك بتبني استراتيجيات واضحة وقابلة للتنفيذ تندرج تحتها نوعية البحوث المشار إليها، مجمل هذه الاستراتيجيات مع آليات تنفيذها يعرف باسم سياسة العلم والتكنولوجيا. وتعمل سياسة العلم والتكنولوجيا، في حال كونها ملائمة، على رقي البحث العلمي وتطوره بالاضافة إلى توجيهه وتحديد نوعية البحوث.

العلم ومزاج العصر

نقصد بالعلم معناه الخاص: أي المعارف الناتجة عن الطريقة العلمية، ونقصد بمزاج العصر النظرة الفلسفية أو العقلية او العلمية الشائعة في العصر الذي يعيش فيه العلماء وكذلك طرفه الاقتصادي؛ أي بنية المجتمع بشكل عام. فهل يا ترى بالرغم من وجود التجربة كمحك يسهل الرجوع اليه واستخدامه لمقارنة الفكرة النظرية مع الواقع قيد الدرس يتأثر العلم بمزاج العصر؟ قد يتبادر للذهن لأول وهلة أن العلم عالمي زمانيا ومكانيا، وبالتالي لا يتأثر بمزاج العصر؟ نظراً لدقة معارفه والناتجة عن طريقة دقيقة ومضبوطة في البحث. إلا أن البحث المستقصي يدل على أن العلم يتأثر بمزاج العصر وذلك للأسباب الثلاثة التالية:

فالطريقة العلمية في البحث تبدأ بالملاحظة العلمية، كما لاحظنا سابقا فالمعارف العلمية، نتيجة لذلك، تنشأ عن الملاحظات. إلا أن عدد الملاحظات التي يقوم العلماء بإجراءها يبقى محدودا جدا بالنسبة لعدد الملاحظات المتوافرة من حيث المبدأ لهم. فهناك إذن عملية انتقاء او اختيار للملاحظات أو التجارب التي يقوم بها العلماء: لأنه ما دام العدد المتاح للعلماء من الملاحظات كبير جدا (لأن هذا يتعلق بظواهر الكون المحسوسة المحيطة بالانسان جميعها) بينما يقومون بإجراء عدد محدود من هذه الملاحظات فلا بد وأن تكون هناك أسباب ومبررات لقيامهم بهذه الملاحظات دون غيرها. وهذه الأسباب قد تكون علمية أو فلسفية عقلية أو عملية حياتية: أي أنها قد تتأثر بطبيعة المعرفة العلمية السائدة في جيل العلماء أو بالنظرة الفلسفية الشائعة، أو تمليها صبغة الحياة العملية. عملية الانتقاء هذه قد تكون سلبية أو إيجابية: بمعنى أن العلماء قد لا يقومون بملاحظات معينة لدوافع تتعلق بعصرهم سواء كانت فلسفية أو علمية أو عملية أو يقومون بملاحظات معينة لنفس الدوافع السابقة. من الأمثلة على الانتقاء السلبي عدم اهتمام علماء الفيزياء في بداية القرن الثامن عشر للميلاد بملاحظة العالم الإيطالي جريمالدي Grimaldi لحيود الضوء.

وسبب ذلك أن النظرية العلمية التي كانت شائعة في ذلك العصر والمتعلقة بماهية الضوء هي نظرية نيوتن الجسيمية: أي أن الضوء يتكون من جسيمات دقيقة جدا وتتحرك بسرعة كبيرة جدا. وبموجب هذه النظرية لا ينبغي أن يعاني الضوء من حيود، ولذلك رفض العلماء أخذ ملاحظة جريمالدي مأخذ الجد وبقيت في طي النسيان لبضع عشرات من السنين حتى تكررت مثل هذه الملاحظة فلم يجد العلماء بدا من اعتبارها غير أن رفضها لعشرات من السنين كان بسبب مزاج العصر العلمي. ومن الأمثلة الأخرى على الانتقاء السلبي للملاحظات عدم قيام العلماء بإجراء ملاحظات تتعلق بتغير الحرارة النوعية للمواد الصلبة بتغير درجة الحرارة لفترة طويلة بالرغم من توافر الإمكانيات لذلك. وكان ذلك ناتجا عن أن النظرية العلمية التي كانت شائعة في الأوساط العلمية كانت تنص على أن الحرارة النوعية للمواد الصلبة ثابتة ولا تتغير مع تغير درجة الحرارة وبالتالي كانت مثل هذه الملاحظات غير محبذة حسب النظرة العلمية أو المزاج العلمي الشائع. ومن أمثلة الانتقاء الإيجابي للملاحظات العلمية إجراء الملاحظة العلمية التي تتعلق بانحناء الضوء عند مروره بالقرب من جسم فلكي كبير كالشمس. فقد تم انتقاء هذه الملاحظة لأن نظرية النسبية لآنيشتين، والتي تتوقع هذا السلوك للضوء، كانت شائعة لدى العلماء في بداية القرن العشرين – أي وقت إجراء الملاحظة – وبالتالي كان سبب الانتقاء المزاج العلمي للعصر. ومن الأمثلة الأخرى على الانتقاء الإيجابي للملاحظات البحث عن كائنات حية لا أرضية في النصف الثاني من القرن العشرين. فالدافع الرئيسي لإجراء الملاحظات التي تتعلق بذلك: سواء كائنات حية بسيطة أو ذكية لا أرضية، هو دافع فلسفي أي مزاج العصر الفلسفي. وتفصيل ذلك هو أن النظرة الفلسفية الشائعة في الأوساط العلمية في هذا العصر تقرر أن الكائنات الحية نشأت في الأصل من المادة الجماد وذلك بموجب نظرية التطور. فكان من الطبيعي أن يعتقد العلماء أنه ما دامت الحياة قد نشأت، بزعمهم، على الأرض بفعا، تطور المادة الجماد فلم لا تنشأ في أماكن أخرى من الكون؟ ومن هنا

قام العلماء بملاحظاتهم للتحقق من ذلك. ومما تجدر ملاحظته أن نتائج هذه الملاحظات جميعها سلبية. بينما من الواضح أنه لو كانت النظرة الصحيحة شائعة بين العلماء والتي مفادها أن الإنسان مخلوق لخالق، وليس نتاج عملية تطور، وأنه سيد المخلوقات: أي أن سائر المخلوقات مسخرة لأجله لما برز ذلك السؤال المتعلق بالبحث عن حياة لا أرضية. وقد أفصح العالم الكسيس كاريل عن ذلك بوضوح إذ يقول:

"وقد تهمل حقائق هامة إهمالا تاما، لأن عقولنا تميل بطبيعتها إلى نبذ الأشياء التي لا تتلاءم مع إطار معتقدات عصرنا العلمية أو الفلسفية... ولا عجب، فالعلماء بشر قبل كل شيء، وهم غارقون في أفكار بيئاتهم وعصرهم، ومن ثم فإنهم على استعداد لأن يصدقوا أن الحقائق التي لا يمكن تفسيرها بالنظريات المتداولة غير موجودة".

ومن أبرز الأمثلة المعاصرة لتأثر العلم بدوافع عملية حياتية في المجتمع التركيز على البحوث العملياتية ذات النفع المادي كتلك المتعلقة بالمعلومات أو البيئة مثلا.

أما السبب الثاني لكون العلم يتأثر بمزاج العصر فهو أن الأسس النظرية لتفسير الملاحظات على المستوى المجهري تعتمد على الاتجاه الفلسفي للعالم الذي يقوم بصياغتها في كثير من الأحوال. وهذا ما يفسر الاختلاف الكبير حول القواعد العامة لمثل هذه النظريات بين العلماء أنفسهم: فالعلماء بشر ولهم قناعات واتجاهات فلسفية وغالبا ما تظهر هذه الاتجاهات في القواعد العامة للنظريات الأساسية، ويظهر ذلك أكثر ما يظهر في النظريات العلمية التي تتعلق بتركيب المادة وتلك التي تتعلق بنشأة الكون والحياة. فمن ذلك مثلا أن هيزنبرغ، العالم الفيزيائي المعروف، يأخذ بالنظرة المثالية، أي أسبقية الفكر على المادة، والتي كان يقول بها أفلاطون. لذلك فإن قوله بنظرية المجال بخصوص تركيب المادة تعكس هذه

النظرية الفلسفية، بينما نظرية الكوارك الجسيمية تعكس النظرة المادية لأصحابها. وكذلك في النظريات الحياتية، فإن تعريف الحياة، والذي يمثل نقطة البداية لهذه النظريات، يعتمد على النظرة الفلسفية للعالم. فتجد الماديين من علماء الحياة يبدأون بتعريف الحياة تعريفا ماديا صرفا وذلك باعتبارهم الحياة ظاهرة ميكانيكية كيميائية صرفة، بينما نجد علماء آخرين يعتبرون أن هناك عنصرا لا مادياً في الحياة حيث أنها تبدأ لحظة بدء الخلايا التوجُّه والتخصص بالرغم من تشابهها الكيميائي التام، وهذا أمر لا مادي. ويقرر تولمن Toulmin في مؤلفه "البصيرة والفهم":

" إن العلماء الذين يقبلون أفكارا ونماذج معينة سوف يشاهدون ظواهر مختلفة لأن هذه الأفكار وتلك النماذج لا تضفي على الوقائع – التي يشاهدها العلماء – معناها فحسب، وإنما تحدد لهم أيضا أي الوقائع يجب اختيارها وهذا يعني أننا نرى العالم من خلال تصوراتنا الأساسية للعلم". ويشير كوير Koyre في كتابه "من العالم المغلق إلى الكون اللامتناهي" إلى أن الخلفية الفلسفية تؤثر على العلم في عصر ما.

والسبب الثالث لكون العلم يعتمد على مزاج العصر هو أن رواج نظرية علمية ما يعتمد على النظرة الفلسفية السائدة في كثير من الاحوال. مثال ذلك رواج نظريات التطور، وخاصة الداروينية الحديثة، في القرنين التاسع عشر والعشرين. حيث أن شيوع النظرة الفلسفية المادية، والذي أفرزته الحضارة الغربية في القرن السابع عشر للميلاد، هو الذي أدى إلى رواج نظريات التطور في الاوساط العلمية. وكذلك الأمر في رواج النظرية الفلكية المعروفة بنظرية الكون المستقر، لأصحابها هويل وجولد وبوندي، لفترة تقارب العشرين عاما. إذ كان ذلك لملائمتها للنظرة المادية التي يحملها أصحابها والقائلون بها. وقد بقيت هذه النظرية شائعة لدى فريق من العلماء حتى ظهرت أدلة فلكية لا تنسجم معها وبالتالي لم يعد لهذه النظرية وجود في الأوساط العلمية وذلك في أواخر الستينات من هذا القرن.

ولعله من الملائم التنويه بأن اعتماد العلم على مزاج العصر لا يعني أن التقنيات العلمية تتأثر بذلك، فالتأثر حاصل في الأسس النظرية وليس في التقنيات الفرعية فلذلك فإن قانون كولوم أو قانون جاوس في الكهرباء والمغناطيسية أو قانون نيوتن الثاني في علم الحركة أو كيفية حل معادلة تفاضلية في الرياضيات كل ذلك لا يتأثر بمزاج العصر. لذلك فإنه من نافلة القول أن النظريات المختلفة والتي تستند على نظرات فلسفية مختلفة تتوصل إلى نفس النتائج التقنية في النهاية: فهذه النتائج ينبغي أن تكون متطابقة مع الملاحظات المحسوسة والتي لا يمكن الاختلاف حولها ناهيك عن التأثر بمزاج العصر، والتقنيات العلمية تتعامل مع هذه الملاحظات بطبيعة الحال. أما الأسس النظرية والهياكل النظرية العامة التي تنتج عنها هذه التقنيات فهي التي تتأثر بمزاج العصر وهي المقصودة في حديثنا آنف الذكر.

هذا بالنسبة للعلم بمعناه الخاص، أي العلوم التطبيقية او الدقيقة، أما بالنسبة للعلوم الإنسانية فالتأثر بمزاج العصر يحصل بشكل أكبر من نظيره في العلوم الطبيعية نظرا لصعوبة موضوع بحث العلوم الإنسانية نسبة لموضوع بحث العلوم الطبيعية ولعدم وجود محك محدد للرجوع إلى الواقع قيد الدرس كما هو الواقع الطبيعي الذي هو المادة الجماد. يقول وجيه الكوثري بخصوص قضية تاريخية وتأثر علماء التاريخ العرب بمزاج العصر بشأنها: "كان يصعب على المرء الخارج من هذا التكوين أن يقنع بافكار زين نور الدين زين الجديدة لا بسبب ضعفها التوثيقي والعلمي، بل بسبب الخوف من قدرتها على تخريب مسلمات واقلاقها راحة بال وإرباكها لخطاب أضحى جزءا من سلطة ثقافية وعلمية، وأداة إنتاج أو إعادة إنتاج لنمط من المعرفة التاريخية والثقافية والفكرية لهذا كان القلق والتردد وأحيانا الازدواجية في الموقف". (جريدة الحياة، ٢ رجب ١٤١٧هـ، الموافق ١٣ تشرين ثاني، ١٩٩٦).

الفصل الخامس

سياسة العلم والتكنولوجيا

كما أوضحنا قبل في الفصل السابق فإن سياسة العلم والتكنولوجيا تعني الاستراتيجيات المتبناة من قبل المجتمع المتعلقة بالبحث العلمي والتكنولوجيا مع آليات تنفيذها. وتنبثق سياسة العلم والتكنولوجيا في مجتمع ما من الأهداف والغايات التي يسعى المجتمع إلى تحقيقها بصورة متلائمة مع المنظومة القيمية التي يتبناها المجتمع والناتجة عن نظرة المجتمع للوجود المحسوس. ووجود مثل هذه السياسة أمر في غاية الأهمية لتحقيق التقدم العلمي في المجتمع إذ أن وجودها يعني وجود إطار عام يوجه وينسق البحوث، الأساسية والصناعية منها، في نسق محدد نحو تحقيق الغايات والأهداف التي يعمل المجتمع على تحقيقها. ومن أبرز وأوضح سياسات العلم والتكنولوجيا تلك المتبناة من قبل المجتمعات المتقدمة تكنولوجيا مثل البلدان الأوروبية عامة كفرنسا وبريطانيا وألمانيا وهولندا ...إلخ، وتلك المتبناة في الولايات المتحدة الأمريكية واليابان، وتكاد تغيب مثل هذه السياسة في بلدان العالم الثالث، إذ تتسم هذه، إن وجدت، بعدم تحديد الأهداف وآليات تنفيذها على شكل مشاريع بحثية محددة، وكذلك بعدم تكاملها مع جوانب الحياة المختلفة في المجتمع. وفي حال عدم وجود سياسة محددة للعلم والتكنولوجيا لا يكاد يكون للبحث العلمي أي تأثير على جوانب الحياة المختلفة وتكون البحوث العلمية التي يقوم بها العلماء بحوثا مشتتة تفتقر إلى التنسيق ولا يضبطها إطار جامع يحقق أهدافا مجتمعية وإنما يحقق أهدافا آنية ذاتية للباحثين غير ذات معنى للمجتمع. ونظرا لأن سياسة العلم والتكنولوجيا ناتجة بل ومنبثقة عن أهداف المجتمع العليا وحاجاته فغني عن

القول أن جميع مؤسسات المجتمع تعمل على تعضيدهـا والعمـل علـى تحقيقـها. سنتحدث الآن عن بعض الأمثلة لسياسات علمية تكنولوجية فـي بعـض البلـدان؛ وسنختار مصر من بلاد العالم الثالث واليابان من البلدان المتقدمة.

العلم والتكنولوجيا في مصر

بدأ اتصال مصر بالبحث العلمي في العصور الحديثة مع غزو نابليون لـها، إذ استقدم معه ١٢٢ عالما لدراسة القطر المصري والبحث عما يلـزم لإصلاحـه واستغلاله. ثم بعد ذلك بفترة وجيزة قام محمد علي والي مصر آنذاك بانشاء بعـض الصناعات والورش في مصر وإرسال بعض المبعوثيـن إلـى أوروبـا لاكتسـاب المهارات العلمية المختلفة.

إلا أن هذا الجهد من محمد علي لم يكلل بالنجـاح لافتقـاره إلـى سياسـة متكاملة للعلم والتكنولوجيا مرتبطة بأهداف عامـة للمجتمـع المصـري، ولكـون الأسلوب الذي أتبعه كان مبنيا على الاستعانة بـالخبراء الأوروبييـن فـي إنشـاء المصانع والورش بطريقة تسليم المفتاح، وأخيرا لعدم تمييزه في إيفـاده للمبعوثيـن إلى أوروبا بين الأمور التكنولوجية والإنسانية. وهذه العوامل كـانت ناتجـة عـن إعجاب محمد علي بالغرب وبالحالة التكنولوجية التي كان قد وصل إليـها وعـدم وضوح الصورة لديه المتعلقة بالتقدم التكنولوجي مما أدى إلى عدم وجـود سياسـة محددة واضحة للعلم والتكنولوجيا لديه.

أما في هذا القرن فقد تم إنشاء أول هيئة لإدارة العلم والتكنلوجيا في مصـر عام ١٩٣٩ وذلك بإنشاء مجلـس فـؤاد الأول القومـي للبحـوث وأسـندت إليـه المسؤوليات التالية:

١- مباشرة وتشجيع ومراقبة وتنسيق جميع البحـوث العلميـة اللازمـة لتحسـين الزراعة والصناعة والاقتصاد القومي والصحة العامة والدفاع.

٢- إجراء البحوث.

٣- إنشاء معاهد للبحوث العامة والتطبيقية.

وبدلا من أن تكون الحرب العالمية الثانية حافزا لتنشيط المجلس وتفعيله فإن هذه الحرب قد أدت إلى إهمال تطويره وإحالته إلى دائرة النسيان. ومنذ ذلك الحين حصلت تغييرات تنظيمية عديدة في المؤسسات المسؤولة عن العلم والتكنولوجيا في مصر كما يبين الجدول التالي:

التغيرات التنظيمية في المؤسسات

المسؤولة عن العلم والتكنولوجيا في مصر

	المؤسسة المسؤولة عن العلم والتكنولوجيا	تاريخ الإنشاء
١	مجلس فؤاد الاول القومي للبحوث	تشرين ثاني ١٩٣٩م تم تعديله في تشرين أول ١٩٤٥م
٢	مجلس العلوم	١٩٥٦م
٣	وزارة البحث العلمي	١٩٦١م تم تحديد مسؤولياتها الدقيقة ومعاهد البحث التابعة لها عام ١٩٦٣م
٤	مجلس تطوير البحث العلمي	١٩٦٤م تحت إشراف وزارة البحث العلمي
٥	المجلس الأعلى للبحث العلمي	١٩٦٥م
٦	أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا	١٩٧١م
٧	وزارة البحث العلمي والطاقة الذرية	١٩٧٥م
٨	وزارة الدولة للبحث العلمي والطاقة الذرية	١٩٧٦م

هذه التغييرات أدت إلى تأثيرات سلبية على البحث العلمي والسياسة العلمية. بالإضافة إلى ذلك، وكما يلاحظ أنطوان زحلان في كتابه "العلم والسياسة العلمية في الوطن العربي "فإنه لم يتم دمج البحث العلمي بحاجات المجتمع والصناعة وذلك للأسباب التالية:

١- التغييرات العديدة في المؤسسة المنوط بها إدارة البحث العلمي.

٢- تداخل وأحيانا تناقض القرارات المتخذة من جهات إدارية مختلفة كما كان يحصل بين البرامج التي كان يبدؤها المستشار العلمي لرئيس الدولة، فاروق الباز، مع أعمال الهيئات الحكومية المختلفة في التخطيط الإنمائي والزراعي والصناعي.

٣- عدم تحديد أهداف السياسة العلمية تحديدا دقيقا وبالتالي عدم تحديد مشاريع بحثية محددة والعمل على إنجازها، فمثلا نجد أن أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا تقرر في استراتيجيتها البحثية أنه ينبغي القيام بأبحاث تجريبية بغية تكييف التكنولوجيات المختارة مع الاحتياجات المحلية. ولكن لا يوجد أي تحديد لماهية هذه الاحتياجات وبالتالي فلا يوجد أي تحديد لنوعية البحوث الواجب القيام بها. ينتج عن ذلك أن البحوث، في مجملها، تكون مشتتة لا يضبطها نسق واحد وإنما تخدم أغراضا آنية للباحثين كترقياتهم في الرتب الأكاديمية المختلفة مثلاً، وتكون هذه البحوث استمرارا لبحوث بدأت في بلاد أخرى.

٤- عدم التكامل بين إدارة الأكاديمية ومؤسسات المجتمع المختلفة من وزارات أو جامعات أو شركات أو غير ذلك وعدم وجود تنسيق بينها.

٥- عدم الجدية في تنفيذ قرارات الأكاديمية من قبل اللجان المختلفة، فعلى سبيل المثال وليس الحصر فإن الأكاديمية تعبر عن سياستها العلمية وتوكل تنفيذها

إلى مجالس البحث ولجانه المختلفة ومع ذلك ففي كثير من الحالات لم تعقد كثير من هذه اللجان أية اجتماعات ناهيك القول عن تنفيذ أية برامج. فاللجان المتعلقة بالتغذية والمتعلقة بتعمير المدن وكذلك المتعلقة بإعداد أطلس علمي لمصر أو لجان البحوث الأساسية كالفيزياء والكيمياء الخ لم تعقد أية اجتماعات خلال العامين ١٩٧٦م و ١٩٧٧م.

٦- الاعتماد، في مجال التكنولوجيا والصناعة، على الخبرات الأجنبية وبأسلوب تسليم المفتاح تماما كما كان عليه الأمر أيام محمد علي في القرن التاسع عشر للميلاد. فمثلا تولت أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا دعم إثنين من الباحثين بالمركز القومي للبحوث وكلية الهندسة بجامعة القاهرة بمبلغ ٢٠٠٠ جنيه على مدى سنتين (١٩٧٥-١٩٧٦) من أجل ابتكار أنسب تصميم لوحدات التدفئة المنزلية لانتاج المياه الساخنة في المنازل. ويقول تقرير الأكاديمية أن الوحدة الشمسية قد تم تصميمها وبناؤها وتركيبها واختبارها. وعندما قدم التقرير المتعلق بهذه النتائج إلى مجلس بحوث الطاقة بالأكاديمية أصدر المجلس أربع توصيات تناولت بالدرجة الأولى تسويق وحدات التدفئة الشمسية ودعت لجنة أخرى (لجنة الطاقة الشمسية) إلى إيجاد أنسب وسيلة لترويج هذا المصدر وذلك باستيراد بعض الوحدات الأجنبية لترويج استخدامها. ولا يخفى ما في ذلك من تأثير على تأصيل فصل البحث العلمي المحلي عن الصناعة فكما يقول أنطوان زحلان: "ومن الطبيعي أن المقاولات الدولية على أساس أسلوب التلزيم تنحي المجتمع العلمي المحلي جانبا".

٧- الموارد الموجودة تحت تصرف هيئات تقرير السياسة العلمية في بلاد العالم الثالث محدودة جدا وكذلك الإمكانيات المتاحة للعلماء والباحثين وخاصة في مجال البحوث الأساسية.

وهذه الحال عامة تشمل بلاد العالم الثالث جميعا، طبعا مع وجود تفاوتات بسيطة فيما بينها. ويعود انهيار اقتصاديات بلدان جنوب شرق آسيا مثل كوريا الجنوبية وأندونيسيا وغيرها إلى مثل هذه الأسباب فكما يقول الاقتصادي الأمريكي بول كروجمان من معهد مساتشوستس للتكنولوجيا:

"إن المعجزة الأسيوية كانت أشبه بأسطورة منها بحقيقة واقعة لأنها قامت على أساس كاذب: الكدح والعرق بدلا من "المادة السنجابية" أي الدماغ. فقد كان عمادها الأول على خزان لا ينضب من اليد العاملة الفنية والرخيصة، وهو ما أتاح للاقتصادات الأسيوية أن تكتسب بفضل رخص الأجور وتدني تكاليف الإنتاج قدرة هائلة على منافسة السلع الغربية في عقر دارها". *

إضافة إلى ذلك يقرر هذا العالم فإن هذه البلدان لم تعمل على تطوير الإنتاجية والتوظيف في مجال البحث والتنمية العلمية.

العلم والتكنولوجيا في اليابان

كانت اليابان حتى بداية القرن التاسع عشر للميلاد تعيش في أحضان نظام إقطاعي كامل وحضارة يابانية خالصة متأثرة بالكونفوشية الصينية. وقد بقي النظام الإقطاعي شائعا في اليابان حتى عام ١٨٦٨م ولو أن تداخلا وتأثرا بحضارة الغرب خاصة في العلم والتكنولوجيا كان قد حصل قبل ذلك. وكان لتهديد الأوروبيين لليابان منذ بداية القرن التاسع عشر وحتى مجيء الامبراطور مايجي الذي وحّد اليابان عام ١٨٦٨م أثر حاسم ورئيسي في انفتاح اليابان على أوروبا بقصد اقتباس العلم والتكنولوجيا. ذلك أن اليابانيين أدركوا، بوجه حق، أن العلم والتكنولوجيا هما أساس تفوق الغرب والذي تمظهر في هزيمة الصين في حروب الأفيون؛ الأولى

* أنظر عرض كتاب "تنانين من نار، تنانين من ورق" الذي قام بعرضه جورج طرابيشي في جريدة الحياة الصادرة في ٦ حزيران ١٩٩٩م.

التي حصلت بين عامي ١٨٣٩ و ١٨٤٢م والثانية بين عـــامي ١٨٥٦ – ١٨٥٨م، وقد حصلت حروب الأفيون بين الصين وبريطانيا وكان سببها هو سعي بريطانيـــا لزيادة تصدير الأفيون إلى الصين وفتح أسواق فـــي الصيـــن لصناعتـــها القطنيـــة المتنامية بسرعة. وقد كان لرجلين في اليابان أثر بالغ في إرساء نظام تربوي يركــز على العلم والتكنولوجيا للنهوض بها ومواجهة الأخطار المحتملة مـــن الأوروبيـــن. هذان الرجلان هما موري أرنيوري وفوكوزاوا يوكيتشي، الأول منـــهما كـــان أول وزير للتربية في اليابان في الحكومة اليابانية التي شكلت عام ١٨٨٥م ولعـــب دورا هاما في بناء النظام التربوي في البلاد، أما فوكوزاوا فقد أنشـــأ مدرســـة خاصـــة جديدة. يقرر موري أرينوري في كتابه "التربية في اليابان": "كان شعبنا، ومنذ وقـــت مبكر، عرضة لهواجس متكررة حول موضوع الغزو الخارجي نتيجـــة لجغرافيتنـــا كجزيرة".

وكما يقرر ناغاي مينتشو من جامعة الأمم المتحدة في طوكيو فـــي مقالتـــه "التربية في أوائل فترة المايجي":

"إن ردة الفعل المعتادة والطبيعية في وجه أي غزو هي أن يقـــف الإنســـان ويقاتل. لاحظ كل من موري وفوكوزاوا أن معظم اليابانيين يفضلون هـــذا المنحـــى ولكنهما لم يتبعا القطيع. وكما يشير موري في كتابه "التربية في اليابان" رأى عـــدد من مواطنينا الأذكياء أنه ليس من الحكمة محاولة قتال الغزاة في حينه بل الانتظـــار حتى يصبح وطننا أكمل استعدادا لمكافحة الغريب غير المرغوب فيه".

وقد أدرك مفكرو وسياسيو عصر المايجي أن: "تحقيق ثورة صناعية يجـــب أن يحظى بالأولوية إذا كان المطلوب المحافظة على استقلال الوطن".

ورأى هؤلاء أن: "في الثورة الصناعية قوة تغيير تاريخية امتلكـــها الغـــرب فيمـــا اليابان لا تزال تفتقر إليها".

ولذلك وضعت اليابان لنفسها هدفا أساسيا، كان محور سياسة العلم والتكنولوجيا الرئيسي في اليابان، وهو الحصول على العلم والتكنولوجيا وتحويل المجتمع الياباني من مجتمع زراعي إلى مجتمع صناعي، وقد اتبعت عدة وسائل لتحقيق هذا الهدف أهمها:

١- الاهتمام بالترجمة وخاصة تلك المتعلقة بالعلوم التطبيقية، ويوضح الجدول التالي تطور حركة الترجمة بالأرقام:

	١٧٢٠-١٧٩٩	١٨٠٠-١٨٣٩	١٨٤٠-١٨٥٥	١٨٥٦-١٨٦٠	١٨٦١-١٨٦٧	
الأوضاع في البلدان الاخرى	١٤	١٨	١١	٤	٤	٥١
الشؤون العسكرية	٨	١١	٣٩	١٩	٢٦	١٠٣
علم الفلك	٨	١٥	٢	١	١	٢٧
التاريخ الطبيعي	٦	٧	٢	١	١	١٧
الطب	١١	٤٧	٢٠	٢١	٩	١٠٨
الجغرافيا والمسح	٦	١٢	١٣	٢	٢	٣٥
الرياضيات والفيزياء	-	١٣	٧	٣	٦	٢٩
الكيمياء	-	١٦	١	-	٢	١٩
السياسة والاقتصاد	٦	٤	٣	٥	٦	٢٤
اللغة	٨	٢٠	١٠	٩	٧	٥٤

نلاحظ من هذا الجدول أن الاهتمام الرئيسي في الترجمة كان يتعلق بالطب والشؤون العسكرية واللغة (إذ هي وعاء للفكر العلمي المراد الحصول عليه).

٢- صياغة النظام التربوي بحيث يكون التركيز على العلوم التطبيقية والعملية ابتداء من التعليم الإلزامي وحتى التعليم الجامعي. ففي عام ١٨٦٦م تأسست

أول جامعة في اليابان وهي الجامعة الإمبراطورية وتضمنت كليات للعلوم التطبيقية مثل الهندسة والطب والزراعة.

وهذا أمر كان خارج المألوف نسبة للجامعات الأوروبية التي كانت تعد العلوم التطبيقية أقل درجة من المعارف الإنسانية والحقوق وبالتالي كانت تقتصر مناهجها على الآداب والحقوق والعلوم الإنسانية، أما العلوم التطبيقية فكانت تدرس في المدارس المهنية. ويجدر بالذكر أن الجامعات في الولايات المتحدة والاتحاد السوفياتي كانت تتبع منهجا مثيلا للمنهاج الياباني.

٣- تم إنشاء مؤسسات تابعة للدولة للاهتمام بالصناعة والتكنولوجيا، ففي عام ١٨٧٠م أنشئت وزارة للأشغال العامة وكان من أهدافها القيام بأبحاث هندسية وتشجيع التصنيع وتأميم المناجم وإدارتها وصنع السفن وتجهيزها وإصلاحها وتشغيل السكك الحديدية والشبكات التلغرافية. وكانت وزارة الداخلية كانت تهتم كذلك بالتصنيع تحت شعار "زيادة الانتاج وتعزيز الصناعة". وفي علم ١٨٧٧م نظمت وزارة الداخلية أول معرض وطني ياباني شامل، على غرار المعارض التي كانت تقام في أوروبا آنذاك، في منطقة أوينو بطوكيو وقد عرضت فيه ٨٠٠٠٠ سلعة تمثل ١٦,٠٠٠ عارضا كما أمّه ٤٠٠,٠٠٠ زائر.

٤- الاهتمام والمباشرة بإنشاء صناعات عديدة أهمها: صناعة الحديد والسفن والنسيج والزجاج والصناعة العسكرية والمتمثلة آنذاك بصناعة المدافع. وقد انتبهت اليابان لضرورة التصنيع قبل مجيء الامبراطور الميجي عام ١٨٦٨م، إلا أن اليابان كانت مكونة من العديد من المقاطعات المنفصلة عن بعضها بعضا، ولم تكن بالتالي جهودها بالتصنيع تتسم بالتنسيق بينما أصبح الأمر بعد مجيء الميجي، والذي اصبح امبراطور كافة المقاطعات، اكتسبت الصناعة زخما كبيرا عن طريق سياسة صناعية واضحة ومحددة تمظهر على شكل إنشاء جامعات لتدريس العلوم التطبيقية وكذلك إنشاء مؤسسات حكومية تقوم

بالتصنيع. وقد قامت اليابان في جهودها هذه بالاستفادة من الخبراء الأجانب، من بلدان أوروبية عديدة، الذين كانون يقومون بتدريب كوادر يابانية من فنيين ومهندسين، وكذلك قامت اليابان في جهدها هذا بإرسال البعثات العديدة في تخصصات علمية وعملية مختلفة إلى البلدان الأوروبية. وكانت اليابان ترسل الموفدين في كل تخصص لأفضل البلدان في ذلك التخصص: فمثلا تم اختيار بريطانيا لدراسة الآلات والجيولوجيا وصناعة السفن وفرنسا لدراسة البيولوجيا والرياضيات وألمانيا لدراسة الفيزياء والكيمياء والطب والولايات المتحدة لدراسة الطرق الصناعية والزراعية والات الغزل.

٥- كان اليابانيون في إنشاء المصانع الجديدة يقومون بالاعتماد على المراجع الأوروبية في كيفية الصناعة: فمثلا اعتمدت المقاطعات اليابانية سانما وساتسوما وميتو ونيرايابا في صناعة المدافع على مؤلّف وضعه هولندي هو أولريخ هوغونين عام ١٨٢٦م موضوعه الأساسي هو طريقة صب المدافع الحديدية، وكذلك تم بأمر من حاكم مقاطعة ساتسوما، شيمازو ناريا كيرا، ترجمة دليل حول محركات السفن البخارية وجرت محاولة لبناء سفينة بخارية بالاعتماد على هذا المرجع.

٦- ومع أن اليابانيين كانوا يقلدون الأساليب الغربية في التصنيع، وهذا أمر طبيعي، لأن العلم الأساسي الذي تعتمد عليه الصناعة هو نفسه من جهة ولكونه بناء تراكمياً من جهة أخرى، إلا أنهم كانوا يقومون بالبناء والتطوير لما يقومون بصناعته. فمثلا قام مهندس ألماني وهو ل. بيانشي بتصميم مصنع للحديد لتلبية احتياجات اليابان من الحديد الخام، ولكن الفرن الذي تم بناءه أصيب بأعطال بعد أشهر قليلة من تشغيله لأن بيانشي لم ينتبه للاختلافات في الوقود والحديد الخام بين اليابان وأوروبا وقد تم دراسة المشكلة وحلها على يد خبراء يابانيين وليس غربيين. وكان من المعتاد أن يبدأ الخبراء اليابانيون

بإدخال تحسينات طفيفة على الآلات الصناعية الغربية ثم يباشروا التطوير والإبداع بصورة مستقلة، ولذلك فليس أمرا دقيقا ما يقرره جون زايمان بأن اليابانيين، في صناعتهم، كانوا مقلدين وذلك في كتابه "قوة المعرفة...البعد العلمي للمجتمع".

وكان من نتائج سياسة العلم والتكنولوجيا هذه أن أصبحت اليابان بلدا صناعيا يمتلك زمام الصناعة. ونلاحظ أن الاهتمام الرئيسي كان في مجال العلوم التطبيقية والتكنولوجيا، أما البحث العلمي الأساسي فكان ضعيفا بصورة إجمالية سواء في المؤسسات الرسمية او في المصانع الخاصة، إلا أن ثلاثينات هذا القرن شهدت تقدما ملحوظا في البحث العلمي الأساسي. وابتداء من الحرب العالمية الثانية وضعت اليابان لنفسها هدفا محددا، بعد تجاوزهم مرحلة التصنيع، وهو النمو الصناعي السريع وأصبحت سياسة العلم والتكنولوجيا تدور حول هذا الهدف. وحتى بداية الستينات من هذا القرن كانت اليابان مهتمة بالدرجة الأولى في الصناعات التي تستنفذ أموالا طائلة مثل صناعة الفولاذ وبناء السفن والطائرات والأسمدة الكيميائية ولكن منذ ذلك الحين أخذ اليابانيون يهتمون بالصناعات التي تستند إلى العلوم الهندسية كصناعة الراديو والتلفزيون والسيارات والصناعات البتروكيميائية. وبعد أن أدركوا الغرب في مستوى الصناعة أصبح هدفهم، في سياستهم العلمية والتكنولوجية، التنافس مع الغرب في صناعته وبالتالي أصبح جُلّ اهتمامهم بالبحوث التطويرية. وبعد أن تحقق لليابانيين هذا الهدف أخذوا بالاهتمام بالبحوث الأساسية والتطبيقية مثل بحوث الطاقة النووية وتلك المتعلقة بتلوث البيئة ومعالجة المعلومات وأبحاث الفضاء.

٧- وفي الزمن الحاضر تتبع اليابان ستة خطوات للمنافسة في ميدان التكنولوجيا وذلك كما يلي:

أ- مسح العالم بحثا عن التقانات الحديثة وذلك باتباع وسائل ملائمة لذلك. وتشمل هذه الوسائل حضور المعارض والمؤتمرات وزيارة الشركات الصناعية الأمريكية والأوروبية ومختبرات البحوث الجامعية ودراسة المنشورات العلمية الأجنبية بما فيها التقارير الحكومية وتساهم في هذه الأمور وكالات حكومية متخصصة. وكذلك تتبع الشركات اليابانية أسلوبا آخر للحصول على أحدث أنواع التقانة وذلك بدخولها في مشاريع مشتركة مع شركات أمريكية بهدف تعلم كيفية تصميم وتصنيع المنتجات الجديدة.

ب- ربط الإنفاق الحكومي على البحث والتطوير بمنتجات مربحة، أي التركيز على البحث التطويري. ومن ذلك الأسلوب الذي اتبعته اليابان في تطوير التلفزيون عالي التحديد HDTV . فلقد باشرت شركة الإذاعة اليابانية العمل في هذا البحث عام ١٩٧٠م وأشركت معها شركات تلفزيون عديدة ثم بعد ذلك تولت الحكومة اليابانية، عن طريق وزارتين متخصصتين، التنسيق بين عمل الشركات المختلفة بحيث لا تتداخل أعمالها وإنما تتكامل.

ج- تنسيق البحث المؤسسي مع عملية الانتاج

ذلك أن هناك تكاملا بين البحث والتطوير وبين عملية الانتاج في اليابان حيث أن عمليات البحث والتطوير وتصميم عمليات التصنيع تتم بالتوازي، أي دون فصل بينهما، وليس بالتوالي والتتابع كما هي الحال عليه في الولايات المتحدة الأمريكية. وبموجب الأسلوب الياباني في الربط بين البحث وعمليات التصنيع، وهو أسلوب التوازي، فإن سرعة تحويل الفكرة العلمية الناتجة عن البحث إلى منتج صناعي أكبر من مثيلتها في أسلوب التوالي. ويعود ذلك إلى أن مختبرات البحث والتطوير والتصنيع والانتاج تكون منفصلة جغرافيا وثقافيا في أسلوب التوالي بينما تكون متصلة مع بعضها في أسلوب التوازي.

د- يهتم اليابانيون بتحديد المعايير للمنتجات الصناعية ولا يكتفون بتحديد هذه المعايير عن طريق المنافسة بين الشركات الصانعة، على أهمية ذلك، وإنما هناك إدارة خاصة ضمن وزارة التجارة الدولية والصناعة في الحكومة اليابانية تتولى الإشراف على التقيد بالتقانات الحديثة حين تحديد المعايير.

هـ- الاستثمار في تعليم وتدريب القوة العاملة لأساليب التكنولوجيا المعاصرة بصورة مستمرة. والذي يجعل هذا الاستثمار مجديا للشركات الصناعية هو أن القوة العاملة الفنية والمهندسين في هذه الشركات يبقون في عملهم طيلة حياتهم مما يجعل تدريبهم يعود بالفائدة إلى شركاتهم.

و- تهتم اليابان بالتأهيل الأساسي في العلوم والتقنية المعاصرة بشكل كبير مما يهيء البنية الاجتماعية الملائمة للتقنية والصناعة.

الفصل السادس

العلم عند الإغريق والرومان

يذهب بعض مؤرخي العلم مثل جورج سارتون إلى القول بأن الفضل في بداية التفكير العلمي يعود إلى الإغريق إذ يقرر في كتابه تاريخ العلم:

"ومن العبقرية الحقة أن تسبق أمة غيرها من الأمم بألف من السنين، وتظهر عبقرية الإغريق وضاءة في العلم كما تظهر في الفن أو الأدب، وإذا عجزنا عن أن ندرك جانبها العلمي فلن نستطيع أن نقول أننا فهمناها تمام الفهم".

ومثل هذا الزعم أمر بعيد عن الواقع ويتضمن قدرا من المبالغة كبير. ولعل ذلك يعود إلى نرجسية ينبغي أن ينأى عنها العلماء، ومع ذلك نلتمس عذرا لجورج سارتون لأنه أورد في مقدمة كتابه المذكور تحذيرا وتحفظا ينص فيه على أن معظم آراءه غير متيقنة. والحقيقة أن العلم الإغريقي قد مثل مرحلة من مراحل العلم أبدع الإغريق فيها في جوانب وفشلوا في جوانب، وهي مرحلة سبقتها مراحل شبيهة وتلتها مراحل. وسنلاحظ بعد قليل أن الإغريق أبدعوا في الرياضيات والفلسفة وفشلوا في العلوم التجريبية كافة وهذا الأمر أصبح الآن موضع اتفاق بين مؤرخي العلم. ولعله من الملائم أن نصنف العلم الإغريقي والروماني إلى المراحل التالية:

١- المرحلة الإغريقية.

٢- المرحلة الرومانية المبكرة.

٣- المرحلة الرومانية المتأخرة.

المرحلة الإغريقية

نستطيع أن نميز بين إتجاهين رئيسيين للتفكير عند الإغريق: الأول يعرف باسم الاتجاه الأيوني المادي ويبدأ بطاليس، والثاني يعرف باسم الاتجاه الفيثاغوري الديني ويبدأ بفيثاغورس. وقد نشأ الاتجاه الأيوني في مرحلة زمنية لم يكن اليونانيون قد استقروا خلالها في أثينا وإنما كانوا يعيشون في بلاد أيونيا (والتي تقع في الجزء الغربي في تركيا حاليا) حياة غير مستقرة. وقد تميز مجتمع اليونان، في هذه المرحلة بسمات بارزة انعكست على طبيعة الآراء العلمية لعلماء هذه المرحلة، وأهم هذه السمات هي:

١- كان مجتمعا في طور النهوض ولم يكن قد استقر بعد على هيئة اجتماعية محددة. ولذلك لم تكن هناك ضوابط ومحددات اجتماعية لأفراد ذلك المجتمع مما أدى إلى إطلاق تفكير علماء هذه الفترة دون قيود وإلى بروز النزعة الفردية في التفكير.

٢- كان مجتمع اليونانيين آنذاك مجتمعا ماديا لادينيا الأمر الذي أدى إلى أن يكون الإطار النظري الذي من خلاله ينظر علماء تلك المرحلة إلى الظواهر المحسوسة إطارا ماديا. وقد ظهر ذلك جليا في الآراء المتعلقة بأصل الأشياء لدى كبار مفكري الاتجاه الأيوني، حيث أجمع هؤلاء على أن أصل الأشياء يعود إلى المادة الجماد بالرغم من اختلافهم في طبيعة هذه المادة الأصلية. فبينما يذهب طاليس إلى أن أصل الأشياء، بتنوعاتها الكثيرة، يعود إلى الماء فإن أناكسيمندر يقول بأن أصل الأشياء هو مادة غير محددة بالكيف يطلق عليها اسم الأبيرون، ويقول أناكسيمنس إن أصل الأشياء يعود إلى الهواء.

ونتج عن هذه السمة أن علماء الاتجاه الايوني لم يعتقدوا في القـــدر المسبق وإنما أخذوا بفكرة التطور الصدفوي العشوائي لمادة هذا الكون.

٣- تميز أفراد الأيونيين بالعمل اليدوي كالتجارة والقيام بالحرف اليدويـة. ولذلك ارتفعت عندهم قيمة هذا العمل وخاصة مع عدم وجود فكرة الرقيق لديهم حيث انعكس ذلك على آراءهم العلمية من ناحية الاهتمـام بالملاحظـة المحسوسـة للوصول إلى حقائق هذا الوجود.

٤- وأخيرا امتاز أفراد الأيونيين بالسفر والترحال مما أدى إلى نقـل كثـير مـن المعارف العلمية من البابليين والمصريين القدامى إلى بلاد اليونان، ومن ذلـك المعارف الفلكية والرياضية.

أما الاتجاه الفيثاغوري فقد نما في فترة كان المجتمع اليوناني قد استقر علـى هيئة اجتماعية محددة أثرت على نمط الانجازات الفكرية والعلمية لأصحـاب ذلـك الاتجاه وقد امتدت التأثيرات الاجتماعية هذه حتى العهد الروماني أيضا. ولعل مـن أهم السمات الاجتماعية لمجتمع اليونان، بعد استقراره وجود النظام الطبقي من جهة وتأليه النجوم والكواكب من جهة أخرى. وقد أدى النظام الطبقي إلى وجود الـترف المالي وإلى نظام الرق حيث نتج عن هذين العاملين الترف الفكري واحتقار العمـل اليدوي.

وقد نتج الترف الفكري وهو التفكير المجرد البعيد عن الواقـع والـذي لا هدف له عن الترف المالي. ذلك أن المترفين ماليا، لتوفـر كافـة مـا يحتاجونـه، ولوجود الرقيق الذي يخدمونهم، تجدهم ينصرفون عن معترك حياة الناس وبالتـالي يكونون بعيدين عن واقع الحياة ويكون تفكيرهم بعيدا عن حاجات النـاس وواقعـهم من جهة وسيكون نظريا مجردا من الغاية من جهة أخرى. لذا فإن التفكير النظـري المجرد سيتأصل فيهم وسيولد التقدير الذي يقارب التقديس لهذا النمط من التفكـير. وكذلـك وجـود الرقيـق الذيـن يقومـون بكافـة الأعمـال اليدويـة، ونظـرة

الازدراء لهؤلاء الرقيق نظرا لتأصل النظام الطبقي في النفوس، سيولد الازدراء للعمل اليدوي لأنه يعتبر من عمل الرقيق وليس من عمل الذين يحترمون مكانتهم الاجتماعية من هؤلاء المترفين. وهذا بالضبط ما تميز به "علماء" اليونان "وعلمهم" فهذا فيثاغورس، الرياضي اليوناني المشهور، يعتقد بأن الحقيقة عبارة عن آراء مجردة مثل الدوائر والمثلثات الرياضية التي تقترب منها معالم العالم المادي الناقصة، فالحقيقة حسب اعتقاد جمهرة المفكرين اليونان هي ما يتوصل إليه العقل المجرد من وقائع هذا الكون وظواهره الناقصة فكان من العيب عندهم أن نحاول الوصول إلى حقائق هذا الوجود عن طريق الاستعانة بالحواس لأنها، حسب رأيهم، تفسد عمل العقل. وواضح ما لهذا من تأثير سلبي على البحث العلمي الجاد وعلى إمكانية الوصول إلى حقائق الوجود نظرا لأن الملاحظة المحسوسة تشكل نقطة الإنطلاق لتكوين المعارف العلمية. وكذلك فإن النظام الطبقي السائد أدى إلى احتكار المعارف العقلية وجعلها محصورة في فئة قليلة من النبلاء، فكأن طبقية الأفراد أدت إلى ظهور طبقية فكرية، فمركز النبلاء يسمح لهم بالاشتغال العقلي ولكنه لا يسمح لهم بالعمل اليدوي بينما مركز الرقيق يسمح لهم بالعمل اليدوي ولا يسمح له بالاشتغال العقلي. هذه الفكرة أدت إلى ظهور السرية والتعاهد على عدم نشر المعارف العقلية، وأدت أيضا إلى الغموض في المؤلفات العلمية لكثير من مفكري اليونان. هذا الغموض واستخدام الرموز كان واضحا في الجمعية الفيثاغورية التي أنشأها فيثاغورس وكذلك في كتابات أرسطو.

أما بخصوص أرسطو فيروى أنه كان يقوم بنوعين من التعليم، ففي الصباح كان مكلفا بتعليم بعض الطلبة المنتظمين ممن أثبتوا كفاءتهم ومقدرتهم على التحصيل وأظهروا حماسة وكفاءة، وفي المساء كان يلقي محاضرات أكثر شعبية على جمهور أكبر. وعندما علم الإسكندر الأكبر، الذي كان يتلقى العلم عن أرسطو، بأن مواد المحاضرات الصباحية قد تم نشرها، كتب إلى أستاذه معترضا: "إذا كنت

قد نشرت على الجميع ما تعلمناه نحن منك فكيف يتسنى لنا أن نكون خيرا من الآخرين؟ الحق أنني أفضل أن أفوق الآخرين علما على أن أفوقهم قوة أو ثروة."

فعندها طمأنه أرسطو بقوله: "إن هذه الدروس الخاصة قد نشرت ولم تنشر في نفس الوقت، فلن يفهمها إلا من استمع إليها بالذات".

وكذلك فإن ابن سينا، على ذكائه وفطنته، يقرر بأنه قد قرأ كتاب "ما وراء الطبيعة" لأرسطو أربعين مرة ولم يفهمه حتى وقع تحت يديه كتاب للفارابي في توضيح مراد أرسطو في "ما وراء الطبيعة" ففهمه. والأرجح أن ابن سينا لم يفهم، حتى بعد قراءته لكتاب الفارابي، مراد أرسطو وإنما فهم ما ظن الفارابي أنه مواده، ويعود ذلك إلى غموض كتابة أرسطو المتعمد. ولا يخفى ما لتبادل المعارف وأخذها وإعطائها من أهمية في تنقيح هذه المعارف وتهذيبها بحذف الخطأ وإضافة الصواب. فالسرية التي امتاز بها علم اليونان أدت إلى توغل علماء اليونان في الابتعاد عن المنهج العلمي الصحيح بعد أن بدأ فيثاغورس بحثه العلمي بداية جيدة من حيث تعبيره عن الملاحظات الحسية بأرقام عددية، غير أنه ومدرسته شذ عن النهج الصحيح لتعاهد أبناء مدرسته على السرية وللعوامل الأخرى التي تميز بها مجتمع اليونان بشكل عام.

أما السمة الأخرى التي تميز بها مجتمع اليونان وهي تأليههم للنجوم والكواكب فقد أدت إلى إعاقة علم الفلك من جهة، وإلى ترسيخ احتقارهم للعمل اليدوي وبالتالي عنصر التجريب من جهة أخرى. فإن هذه السمة جعلتهم يصنفون الأشياء في هذا الكون إلى صنفين، سماوية وأرضية. فالأشياء السماوية كالنجوم والكواكب أشياء كاملة ومقدسة، بينما الأشياء الأرضية ومختلف الظواهر التي تحصل على الأرض، ناقصة ومحتقرة. وبالتالي كان هذا التصنيف حجر عثرة أمام النظرية الفلكية التي تجعل الشمس مركز الكون. إذ أن الأرض، ضمن هذه النظرية، تصبح كسائر النجوم والكواكب فيتساوى بالتالي ما هو أرضي ومحتقر مع

ما هو سماوي ومقدس لذا أصر المفكرون اليونان على جعل الأرض مركز الكـون. وكان ذلك حجر عثرة أمام محاولة فهو الظواهر الفلكية فهما صحيحا، فعندما أتـى الفيلسوف أناكساجوراس من مدينة أكراجاس في صقلية إلى أثينا وقال بأن الشـمس حجر أحمر اللون من شدة الحرارة، وأن القمر معتم كـالأرض وعـرض التفسـير الصحيح لمصدر ضوء القمر وطبيعة الكسوف والخسوف، عدَّ اليونـان آراءه هـذه مدنسة للأشياء المقدسة واتهموه بالكفر، فاضطر إلى الفرار من أثينا. يقول أرسـطو في كتابه عن السموات: "إنه لما كان نشاط الآله هو الحياة الأبدية، ومن ثم تكـون السموات إلهية، فإن حركتها لا بد وأن تكون أبدية ومن ثم تكـون السـموات فلكـا دوارا أو كرة لفافة، بل أكثر من هذا، لما كان مركز الجسـم الـدوار سـاكنا فـإن الأرض لا بد وأن تكون ساكنة عند مركز الكون. وتتكون الأرض (مملكة التغـير) من العناصر الأربعة وهي التراب والهواء والنار والماء، أمـا الأجـرام السـماوية (وهي الخالدة) فتتكون من عنصر خامس لا يشوبه التغير أو التولد أو التحلل وهـو لا يتحرك في خط مستقيم كما تتحرك عناصر الأرض بل على شكل دائرة".

وكان هذا التصنيف بمثابة البذرة التي أنبتت عـداء أوروبـا فـي القـرون الوسطى لكوبرنيكس الذي ينظر إلى الشمس على أنها مركز المجموعة الشمسـية. وكذلك فإن هذا التصنيف أبعدهم عن الطريقة التجريبية والملاحظـات العلميـة، إذ أنهم بدلا من أن يقيسوا صحة الفرضيات العلمية بمطابقتها لما يلاحظونه ويحسـونه فإن تصنيفهم هذا جعلهم يعتقدون أن ما يلاحظونه ويحسونه على سـطح الأرض لا يمثل الحقيقة فكل ما هو أرضي ناقص وبعيـد عـن الحقيقـة. فـالحواس وكافـة الملاحظات تشوش على العقل في اكتشافه لحقائق هذا الوجود، وبالتالي يجب إبعـاد عامل التشويش والاقتصار على التفكير النظري المجرد.

يقول بنيامين فارنتن في كتابه "العلم الأغريقي" بخصـوص الشـلل الـذي أصاب علم اليونان: "لئن كان الأغريقيون والرومانيون قد وقفوا بباب العلم الحديـث

فلماذا لم يدفعوا هذا الباب إنه في الحقيقة لغز... وهذا دليل على أن العلم أصابه شلل حقيقي، فبالرغم مما تم خلال أربعمائة عام (من عام ٣٢٢ ق.م إلى ١٩٩م) من امتداد المعرفة في شتى النواحي ومن إعادة تنظيم جوهر المعرفة ومن اكتساب مهارة جديدة في التعبير، إلا أن العالم لم يشهد دفعة قوية إلى الإمام ولا تطبيقا عاما للعلم على الحياة، فتوقف العلم أو عجز عن أن يصبح قوة حقيقية في حياة المجتمع. وبدلا من ذلك ظهر مفهوم يقول بأن العلم حلقة من الدراسات الليبرالية اختصت بها صفوة ممتازة، وأصبح العلم متعة، أو حيلة، أو موضوعا للتأمل، ولم يعد وسيلة لتغيير ظروف الحياة. وحتى تلك الفنون القديمة التي تستهدف إلى الإبقاء على المجتمع – المعمار والطب وما شابهما – كانت بالكاد محترمة. ولم يكونوا يتناولون هذه الفنون إلا بالدرجة التي تجعل من ممارسيها أصحاب معرفة نظرية بحتة تمكنهم من الإشراف على عمل الآخرين... ومن الواضح أن سبب هذا الشلل لا يرجع إلى فشل الفرد، وإن محاولة تفسير الحركات الاجتماعية الكبرى على أساس نفسية الأفراد تعتبر من الأخطاء التي تعوق تقدمنا. إن هذه الصفحات لتشهد بعبقرية الفرد بينما كان الشلل يزحف ليفترس العلم بشكل عام، لقد كان الفشل فشلا اجتماعيا وكان لا بد للعلاج من سياسات عامة لم يكن في مقدور ذلك العصر أن ينتهجها".

المرحلة الرومانية المبكرة

وتبدأ هذه المرحلة في الفترة الواقعة بين وفاة أرسطو عام ٣٢٢ ق.م. وإنشاء مدرسة الاسكندرية ومكتبتها حوالي عام ٣٠٠ ق.م. وقد تزامنت هذه المرحلة مع توسع امبراطورية الاسكندر الأكبر، الذي كان تلميذا لأرسطو عندما كان شابا، والتي امتدت من الهند إلى اسبانيا ومن روسيا إلى مصر. ولا شك أن أرسطو نفسه قد استفاد من المعلومات المتعلقة بالحيوانات التي كان يجمعها رجال الإمبراطورية في تقسيمه الحيوانات. ونظرا للامتداد الجغرافي للإمبراطورية فإن إدارة هذه الإمبراطورية يتطلب معرفة دقيقة بتضاريسها وأجزائها الأمر الذي يؤدي

إلى تشجيع المعرفة العلمية المتعلقة بالجغرافية من جهة وبالفلك من جهة أخرى. وبطبيعة الحال كان الاسكندر قد تعلم من أستاذه أرسطو احترام العلم والثقافة وكذلك أفادته خبرته في حكم الإمبراطورية الواسعة القيمة العملية للعلم أو ربط العلم بالحاجة ولا يخفى ما لذلك من أهمية في تطور العلم. وبعد وفاته كانت مصر من نصيب أحد قادة الاسكندر وهو بطلميوس والذي يعرف ببطلميوس الأول. هذا الحاكم، والذي ابتدأ في عهده حكم البطالسة، هو الذي أسس مدرسة الاسكندرية ومكتبتها. إذ أنه استدعى استراتو، الذي كان يرأس مدرسة أرسطو في أثينا بعد وفاة أرسطو، واستقطب كثيرا من العلماء إلى مدرسة الإسكندرية. والملاحظ أن طبيعة المجتمع في مصر، والتي كانت جزءا من إمبراطورية كبيرة في عصر الاسكندر، كانت ديناميكية تمثل حالة نهوض وتطور، الأمر الذي أدى إلى الاهتمام بالعلم وبالتالي تطوره وكذلك أدى إلى الاهتمام بالتطبيقات العملية للعلم وبالعلم التجريبي، ذلك أن هذه الحالة الاجتماعية تؤدي إلى شحذ العقول وجعلها في حالة ملائمة للبحث. ففي هذه المرحلة ظهر الرياضي المبدع إقليدس، والذي يُعد بحق مؤسس الهندسة المستوية في كتابه "الأسس". وظهر في نفس المرحلة هيبارخص الفلكي الذي اهتم بالرصد الفلكي وعمل الآلات الفلكية وأرخميدس المشهور بدراساته في علم الموائع والروافع وبطلميوس صاحب كتاب المجسطي في علم الفلك وجالينوس الذي اشتهر بالتشريح والاستفادة من نتائجه في الطب.

ومن الضروري أن نشير إلى أن النظام الطبقي ووجود الرقيق، كمجتمع الإغريق في أثينا، كان شائعا في مصر آنذاك. وهذا أدى إلى اشتغال الكثير من الرقيق في البحوث العلمية العملية التي كان يأنف بعض السادة من القيام بها، ولكن الذي اختلف عن مجتمع الإغريق في أثينا أمران هما:

١- لم تكن أنفة السادة بنفس الحدة كما كانت لدى الأثينيين بدليل اشتغال كثير من السادة في العلوم العملية مثل أرخميدس وهيبارخص.

٢- صدرت قوانين في ظل الامبراطورية الرومانية تَحدّ من سلطة السادة على أرقائهم وتتضمن كذلك لوائح لعتق الأرقاء. وأدى ذلك إلى كون كثير من الاختراعات الفنية في تلك الفترة من عمل الرقيق.

المرحلة الرومانية المتأخرة

نتيجة لأسباب اجتماعية عديدة ما لبثت شعلة العلم النسبية التي سطعت خلال المرحلة المبكرة أن انطفأ بريقها في الاسكندرية وفي الإمبراطورية الرومانية بشكل عام ابتداء من القرن الميلادي الثالث تقريبا. ذلك أن الرومان عادوا القهقري من حيث التركيز على العلوم النظرية المجردة والفلسفة وإهمال العلوم العملية واحتقارها. فبينما كان جالينوس في القرن الثاني للميلاد مثلا يمارس عملية التشريح بنفسه فإن الأطباء الذي جاءوا بعده تركوا التشريح، أنفة، إلى الأرقاء. وكذلك، كمثال على الفرق بين المرحلة الرومانية المبكرة والمتأخرة، فقد عَرَّف أحد علماء المرحلة المبكرة وهو فارو (صديق يوليوس قيصر)، والذي ولد في القرن الميلادي الثاني، التربية الحرة بأنها تعلم تسع مواد هي: النحو والمنطق والبلاغة والهندسة والحساب والفلك والموسيقى والطب والعمارة، على نقيض ذلك فإن أحد علماء القرن السادس الميلادي وهو كاسيو دوراس حذف الطب والعمارة من مواد التربية الحرة لأنهما مادتان عمليتان. أي أننا نستطيع أن نقرر بشيء من الثقة بأن العلم في هذه المرحلة قد استعاد الصبغة التي ميزت العلم في مرحلة الإغريق وبشكل أسوأ وذلك من جهة اختلاطه بالسحر والتنجيم بصورة كبيرة ومن جهة أخرى بشيوع التقليد وظهور السلطة العقلية لفلاسفة الإغريق القدامى كأرسطو وأفلاطون في العلوم النظرية والفلسفية وبالتالي البعد عن الإبداع والاعتماد على التلقين. أما بخصوص الأسباب الاجتماعية التي أدت إلى هذا التغير فأهمها ما يلي:

١- لم يعد مجتمع الرومان في حالة نهوض وتطور كما كان الحال عليه خلال المرحلة الرومانية المبكرة وإنما كان في حالة خمول وترهل واندحار مما نتج عنه خمول عقلي وبعد عن الابداع واستمراء للتقليد.

٢- شيوع نظام الرق بدرجة كبيرة واختصاص الرقيق في العمل اليدوي مما أعاد، بالتدريج، شيوع فكرة احتقار العمل اليدوي والذي نتج عنه البعد عن الاهتمام بالتجريب والملاحظة المحسوسة عموما وكذلك أدى ذلك إلى تأصيل العلم النظري المجرد البعيد عن المحسوسات. وقد بلغ هذا الأمر مبلغا أدى بالأطباء، في هذه المرحلة، أن يعينوا خدما لهم أو رقيقا يقومون بالجوانب العملية في التطبيب والبحث الطبي ويكتفون هم بالسماع من هؤلاء ثم يقومون بإصدار الأوامر للمرضى، وكذلك في التشريح الذي كان يوكله الطبيب إلى الأرقاء والخدم. وأدى ذلك إلى فصل الناحية النظرية في الطب عن الناحية العملية مما نتج عنه ميل الرومانيين، ابتداء من هذه المرحلة وحتى بداية احتكاك الاوروبيين بالمسلمين في القرن الميلادي الثاني عشر، لتعلم العلوم بالاعتماد على المراجع وبأسلوب التلقين دون معرفة طريقة اكتشافها أي بالاسلوب المدرسي. ومن الأمثلة الغريبة لذلك أن أطباء هذه المرحلة درسوا علم التشريح بالاستناد إلى كتب جالينوس دون أن يدركوا أن الأوصاف التي كان يذكرها ليست لأجسام بشرية وإنما لقرود.

٣- انتشار الاعتقاد بالسحر والتنجيم واختلاط ذلك بالاعتقادات الدينية في مجتمع الرومان في هذه المرحلة ومما زاد في شيوع ذلك انتشار الفلسفة الزينونية التي شجعت الاهتمام بالتنجيم. وذلك لأن الفلسفة الزينونية ترى أنه عن طريق التنجيم يتمكن الإنسان من التنبؤ بالأحداث التي تحدث له.

الفصل السابع

العلم عند المسلمين

الإسلام والعلم

إذا استعرضنا بإيجاز تاريخ المسلمين، نلاحظ أن الإسلام قد مثل قفزة هائلة لدى العرب والشعوب الأخرى التي اعتنقته في شتى نواحي الحياة. ولعله مما لا شك فيه أن هذه القفزة، النوعية والكمية، في نواحي الحياة المختلفة هي نتيجة للأفكار النيرة التي جاء بها الإسلام عن هذا الكون وعن مركز الإنسان بالنسبة إليه. وكان من تأثير هذه الأفكار التي ترجمت إلى أنماط سلوكية للأفراد وعلاقات اجتماعية بين الناس أن أدت إلى دفع عجلة العلم سريعا إلى الأمام. فمن هذه الأفكار التي رسخها الإسلام في الأذهان والتي لها صلة مباشرة بتهيئة العقول للبحث والتنقيب أن الكون بكل ما فيه من ظواهر أو حياة مسخر لخدمة الإنسان. وفكرة أخرى لها صلة بهذه الفكرة نفي الإسلام صفة التقديس عما سوى الله أو ماله صلة به. هاتان الفكرتان أدتا بالإنسان المسلم لأن يحاول الاستفادة من كل ما في الكون سواء كان مادة أو في حياة – نبات أو حيوان – لا يمنعه من ذلك حائل من فكر أو اعتقاد فلا قدسية لنجم أو سماء فحتى لو تمكن من إنزال كوكب إلى الأرض والاستفادة منه فلا مانع. وهذا ما جعل ابن الهيثم يفكر في طريقة لمنع فيضان النيل ولو أنه فشل في ذلك غير أنه أعمل عقله في ذلك وكان يعتقد بإمكانه. وفكرة أخرى من أفكار الإسلام التي حركت في الإنسان ملكة التفكير والإبداع هي الحث على العلم واستخدام العقل والتفكير بصورة لا نجد لها مثيلا في تاريخ الإنسان الطويل.

هذا الحث الذي وصل إلى الحد الذي اعتبر فيه التفكير وإمعان النظر في ظواهر الكون المختلفة عبادة ومن أجل العبادات وواضح ما للتفكير من صلة وثيقة بتقدم العلم وخاصة إذا ما ربط هذا التفكير بالظواهر المحسوسة. أما ربط التفكير بظواهر الكون المختلفة فهذا ما دعا إليه الإسلام دائما، فقلما نجد آية كريمة أو حديثا شريفا يدعو إلى تفكير بعيد عن ما في الكون من ظواهر سواء ما يتعلق منها بالمادة الجماد أو الحياة. وقد عد الإسلام الإحساس والملاحظة محور العملية العقلية فبدون الحواس لا يحصل عقل أو إدراك أو فكر، فانظر مثلا للآية الكريمة:

"صم بكم عمي فهم لا يعقلون".

فكأن تعطل الحواس لدى تلك الفئة من الناس هو سبب غياب العقل لدى هذه الفئة. ونلاحظ أيضا بوضوح أن القرآن الكريم يحث على النظر والتفكير في الأمور المحسوسة الملاحظة كقوله عز وجل:

"قل انظروا ماذا في السموات والأرض"

"أفلم ينظروا إلى السماء فوقهم كيف بنيناها وزيناها وما لها من فروج"

"أفلا ينظرون إلى الإبل كيف خلقت".

وكذلك فإن الرسول الكريم عليه الصلاة والسلام يقول:

"تفكروا في الخلق ولا تفكروا في الخالق فإنه لا تحيط به الفكرة".

وقد أثر الإسلام تأثيرا بليغا في معتنقيه ففكروا في المحسوسات ولم يفكروا في غيرها – وهذا هو المجال الصحيح لعمل العقل – فتسنموا القمة في كل منحى من مناحي الحياة وكانوا القدوة وكانوا زهرة الدنيا.

وإذا أضفنا إلى ذلك الاحترام والتشجيع الذي ناله العمل اليدوي في الإسلام ونفي الفوارق بين الناس وعدم تمايزهم إلا على أساس العمل والتقوى والعمل على

استئصال الرق بتشريعات إيجابية وسلبية نحو هذه الغاية، نجد في كل ذلك التربة الخصبة لعنصر التجريب أن يزدهر وللطريقة العلمية أن تبدأ. فقيمة الإنسان في الإسلام، تتحدد بعمله وإنجازه ونفعه للناس وليس بمظهره أو طبقته حيث "خير الناس أنفعهم للناس". فمن الطبيعي والحالة هذه أن تجد إنسانا من علية القوم كخالد بن يزيد، الأمير الأموي، أن يهتم بالعمل الكيميائي بالرغم مما يعنيه ذلك من التعامل مع مواد كيميائية ذوات الروائح غير المريحة ولا غرابة أن يظهر من بين فئة المماليك عالم مشهور كياقوت الحموي. وأيضا فإن نهي الإسلام عن الأخذ بقول أو فعل شيء دون دليل أو برهان كان له أبعد الأثر في جعل الملاحظات والعمل التجريبي ديدنا لعلماء الاسلام فالحسن بن الهيثم تراه حريصا على عدم قبول قول علمي دون الاستناد إلى الملاحظة أو التجربة فملاحظاته العلمية في الضوء وكتابه المناظر خير دليل على ذلك. وينتج عن ذلك أيضا عدم نسبة الأقوال إلى غير قائليها وبالتالي عدم وجود السرقات العلمية والانتحال، وهذا ما جعل عملية الترجمة من اللغات المختلفة إلى العربية عند المسلمين ابتداء من القرن الهجري الأول والثاني تتسم بالصدق والأمانة. وفكرة أن الله جل شأنه خلق الكون وسيره بقوانين معينة وجعل ظواهره خاضعة للأسباب والمسببات لا شك تجعل التفكير ميالا، عند ملاحظة ظاهرة ما، للبحث عن أسبابها وعللها. وكذلك فإن نفي عنصر العبث من الحياة، سواء كان ذلك في التفكير أو العمل، يجعل الترف الفكري لا وجود له، فوجود هدف محدد يوجه البحث العلمي واضح مثلا في مقدمة كتاب الجبر والمقابلة للخوارزمي، إذ يقول: "وقد شجعني الإمام المأمون على وضع كتاب مختصر في الحساب بطريقة الجبر والمقابلة ويكون حاصرا لبسيط الحساب وجليله لما يلزم الناس من حاجة إليه في مواريثهم ووصاياهم وفي مقاسمتهم وتجارتهم وفي جميع ما يتعاملون به فيما بينهم من مساحة الأرض وشق الترع وتقدير هندسي وغير ذلك من وجوهه وفنونه". ونعلم أن الحاجة أم الاختراع إذ لا يخفى ما لذلك (أي ربط العلم بالحاجة) من أثر إيجابي على تطور العلم وازدهاره.

ثم إن ارتفاع قيمة العلم والعلماء، التي هي في صلب أفكار الإسلام، تؤدي إلى وجود الحافز القوي للبحث العلمي الجاد والمتواصل والمثمر. فالله تبارك وتعالى يقول:

"قل هل يستوي الذي يعلمون والذين لا يعلمون".

ويقول أيضا جلت حكمته: **"إنما يخشى الله من عباده العلماء".**

والأحاديث النبوية الطاهرة كثيرة في هذا المجال. ويؤدي ذلك إلى تشجيع المجتمع برمته للبحث العلمي وإلى توقير العلم والعلماء. فمن حيث تشجيع البحث والتنقيب العلميين فإن حركة الترجمة التي حظيت بدعم الخلفاء، كالمنصور وهارون الرشيد والمأمون مثلا خير دليل على ذلك. ففي حوالي عام ٨٠٠م أمر هارون الرشيد بترجمة مؤلفات أبو قراط وأرسطو وجالينوس وأنشأ دار الكتب، التي كانت في الأصل مكتبة خاصة للمنصور، حيث اهتم بها المأمون وجعل الخوارزمي أمينا لها، وكانت مهمة هذه الدار الترجمة والتأليف واستقطاب العلماء ورعايتهم. ونتج عن هذه الفكرة تنافس العديد من أفراد المجتمع آنذاك على اقتناء الكتب وازدهار المكتبات الخاصة وعقد المناظرات العلمية وشيوع المجالس العلمية الخاصة. بالإضافة إلى ذلك فإن عدم كتمان العلم وعدم وضع عقبات أمام تبادل العلم سواء من حيث الأخذ أو العطاء يؤدي إلى تنقيح المعارف العلمية وتهذيبها وبالتالي إلى تطور العلم وتقدمه وإلى جعل العلم عالميا. فمن حيث عالمية أخذ العلم قال عليه الصلاة والسلام (الحكمة ضالة المؤمن أينما وجدها أخذها)، وأما عالمية العطاء فإن عدم كتم العلم بديهية من بديهيات الإسلام. وهذه الفكرة قد ترجمت إلى عمل يبرز جليا من حيث الأخذ في ترجمة كافة العلوم من كافة الأمم وفي تعيين علماء من كافة الأجناس والأديان لدى المسلمين. أما من حيث إعطائه فاستقطاب جامعات الأندلس لعلماء من كافة الأجناس والأديان خير دليل على عالمية العلم. فعالمية العلم لذلك صفة مميزة للعلم وموجودة نظريا وعمليا عند المسلمين وليست وليدة القرن

الثامن عشر كما يزعم جون زايمان في كتابه "قوة المعرفة" ولو أن كلام جون زايمان ينطبق بدقة على الأوروبيين.

وأخيرا فإن القيم المسلكية الراقية التي دعا إليها الاسلام، كعدم العجلة والصبر والمثابرة والأمانة والصدق والتعاون، وأسبقية العلم على العمل، وتناول الأمور برفق وأناة وتحديد أحكام السؤال والجواب بصورة واضحة، تجعل من السجايا النفسية الضرورية للبحث العلمي أمرا بديهيا. ولا تخفى أهمية هذه السجايا في التقدم العلمي وفي رقي البحث.

طريقة العلماء المسلمين في البحث

لقد كانت الطريقة التي اتبعها العلماء المسلمون في أبحاثهم العلمية النتيجة الطبيعية لأفكار الإسلام التي هيئات الأنفس والمجتمع للبحث والتنقيب ووضعت الأسس الصحيحة لكيفية البحث والنظر، وهذا ما سيتضح فيما نقتبسه من إنجازات وأقوال هؤلاء العلماء. لعل الموضوعية والنزاهة والقصد إلى الحقيقة من أهم الصفات التي يجب توافرها لدى الباحثين حين قيامهم بأبحاثهم. وإذا استقرأنا أحوال العلماء المسلمين نجد أن كافة هذه الصفات كانت متوافرة لديهم فمثلا انظر إلى البيروني في كتابه الآثار الباقية عن القرون الخالية إذ يقول:

"... بعد تنزيه النفس عن العوارض المردئة لأكثر الخلق، والأسباب المعمية لصاحبها عن الحق، وهي: كالعادة المألوفة والتعصب والتظاهر واتباع الهوى والتغالب بالرئاسة وأشباه ذلك...".

أما من ناحية القصد إلى الحقيقة فانظر إلى الأسباب التي يذكرها الحسن بن الهيثم لقيامه بالتأليف إذ يذكر ثلاثة أسباب:

الأول: إفادة من يطلب الحق ويؤثره في حياتي وبعد مماتي.

الثاني: أني وجدت ذلك ارتياضا لي بهذه الأمور في إثبات ما تصوره وأتقنه فكري من تلك العلوم.

الثالث: أني صيرته ذخيرة وعدة لزمان الشيخوخة.

ومنها قوله في كتابه المناظر:

"ونجعل غرضنا في جميع ما نستقريه ونتصفحه استعمال العدل لا اتباع الهوى ونتحرى في سائر ما نميزه وننتقده طلب الحق لا الميل مع الآراء... ولعلنا ننتهي بهذا الطريق إلى الحق الذي به يثلج الصدر".

وكذلك انظر إلى مقدمة كتاب الجبر والمقابلة إذ يقول الخوارزمي:

".... ولم تزل العلماء في الأزمنة الخالية والأمم الماضية يكتبون الكتب مما يصنفون من صنوف العلم ووجوه الحكمة نظرا لمن بعدهم واحتسابا للأجر بقدر الطاقة ورجاء أن يلحقهم من أجر ذلك وذكره ويبقي لهم من لسان الصدق ما يصغر في جنبه كثير مما كانوا يكلفونه من المؤونة ويحملونه على أنفسهم من المشقة في كشف أسرار العلم وغامضه".

هذا من حيث الموضوعية وابتغاء الحق الذي به يثلج الصدر، أما من جهة أسس البحث العلمي والطريقة العلمية فقد كانت متبعة بصورة دقيقة كما هو واضح مما يلي:

١- إن اعتبار الكون وحدة واحدة في ظواهره وخضوع كافة أجزائه لنفس القوانين دونما تمييز لظواهر سماوية وأخرى أرضية كان واضحا تمام الوضوح في أبحاث الحسن بن الهيثم في الضوء إذ يقول:

"فإن كان الضوء مثلا له وجود عيني فهو يترتب أن يكون له خواص عامة تشترك فيها الأضواء جميعا، سواء منها المشرق من الأجسام المضيئة بذاتها أو المشرق من الأجسام المستضيئة بغيرها، سواء منها المشرق من الأجسام الموجودة حوالينا ونستطيع الوصول إليها أو المشرق من أجرام السماء ولا سبيل إليها".

أيضا يتضح ذلك في مقالته الموسومة بماهية الأثر الظاهر على سطح القمر إذ يعد القمر كأي جسم على سطح الأرض. وكذلك في أبحاث البيروني حيث يقرر إمكانية تغير الأجرام السماوية وزوالها بناء على ما هو ملاحظ محسوس من تغير جبال الأرض

٢- اعتبار العلم والبحث العلمي غير منفصل عن الملاحظات الحسية، وبالتالي الأخذ بالاستقراء كان واضحا في أبحاث العلماء المسلمين جميعهم مثل جابر بن حيان والرازي وابن الهيثم والبيروني وغيرهم، يقول الحسن بن الهيثم:

".... فرأيت أني لا أصل إلى الحق إلا من آراء يكون عنصرها الأمور الحسية، وصورتها الأمور العقلية...".

وكذلك يقول البيروني:

"... إن العلم اليقيني لا يحصل إلا من إحساسات يؤلف بينها العقل على نمط منطقي...".

٣- أما افتراض فرضيات لتفسير الملاحظات الناتجة عن الاستقراء والتأكد منها بالتجربة فذلك واضح في أبحاث البيروني وغيره من علماء المسلمين وبصورة خاصة جابر والبيروني والحسن بن الهيثم.

٤- القيام بالتجربة بصورة دؤوبة متواصلة كان شيئا مميزا لعلماء المسلمين. ومن أمثلة اهتمام المسلمين بالتجريب:

أ-جابر بن حيان يقول ناصحا تلاميذه

"إن أول واجبات المشتغل في الكيمياء هو العمل، وإجراء التجربة، لأن من لا يعمل ويجري التجارب لا يصل إلى أدنى مراتب الاتقان... فعليك يا بني بالتجربة لتصل إلى المعرفة" ثم تجده يوصي تلاميذه بالصبر والمثابرة بقوله:

"ما افتخر العلماء بكثرة العقاقير ولكن بجودة التدبير، فعليك بالرفق والتأني وترك العجلة، واقتف أثر الطبيعة، فما تريده من كل شيء طبيعي".

ب- أبو البركات هبة الله بن ملكا البغدادي في كتبه "المعتبر في الحكمة" بخصوص سرعة سقوط الأجسام الثقيلة والخفية، وكذلك التجربة التي أجراها للتأكد من صحة أو بطلان فرض ارسطو بخصوص حالة السكون المفترضة حين عكس الأجسام لاتجاه حركتها.

ج- البيروني وتجربته المشهورة لقياس الثقل النوعي ودقة النتائج التي حصل عليها. والجدول التالي يوضح دقة القيم التي حصل عليها البيروني نسبة للقيم الحديثة:

المعدن	قيمة البيروني	القيمة الحديثة
الذهب	١٩	١٩,٢٦ – ١٩,٣
الزئبق	١٣,٩٤	١٣,٥٦
الرصاص	١١,٤٤	١١,٣٩ – ١١،٤٥
الفضة	١٠,٣٨	١٠,٤٣ – ١٠،٤٧
الصفر	٨,٦	٨,٦٠ – ٨،٩٢
توتياء النحاس	٨,٥٣	
الحديد	٧,٩٢	٧,٦ – ٧،٧٩
القصدير	٧,١٥	٧,٢٩

د- ابن الهيثم وتجاربه المشهورة في الضوء ووصوله لنتائج صادقة في ذلك.

٥- وأخيرا عالمية العلم ووحدته كانت متمثلة بصورة جلية في حركة الترجمة التي ابتدئت بفعالية في عصر هارون الرشيد ونشطت في عهد المأمون، حيث شملت هذه الترجمة معارف كافة الأمم والشعوب. وكذلك انظر إلى كلام البيروني في مقدمة كتابه "الصيدنة في الطب" إذ يقول:

"... كل واحدة من الأمم موصوفة بالتقدم في علم أو عمل. واليونانيون قبل النصرانية موسومون بفضل العناية في المباحث وترقية الأشياء إلى أشرف مراتبها وتقريبها من كمالها. ولو كان "ديسقوريذس" في نواحينا وصرف جهده على تعرف ما في جبالنا وبوادينا لكانت تصير حشائشها كلها أدوية وما يجتنى منها بحسب تجاربه أشفية. ولكن ناحية المغرب فازت به وبأمثاله وأفازتنا بشكور مساعيهم علما وعملا. وأما ناحية المشرق فليس فيها من الأمم من يهتز لعلم غير الهند، ولكن هذه الفنون خاصة عندهم مؤسسة على أصول مخالفة لما اعتدناه من قوانين المغتربين ثم المباينة بيننا وبينهم في اللغة والملة والعادات والرسول، وإفراطهم في المجانية بالطهارة والنجاسة تزيل المخالطة عن البين وتفصم عرى المباحثة".

٦- عدم تأثرهم بالسلطة العقلية لعلماء اليونان أو غيرهم وتأثير ذلك على أوروبا وذلك واضح في كلام الحسن بن الهيثم في مقدمة كتابه "الشكوك على بطلميوس" الذي سبق وأوردناه في فصل سابق والذي تبين منه أنه كان يأخذ بالشك كوسيلة للوصول إلى الحقيقة. وفي ذلك يكون الحسن بن الهيثم قد سبق ديكارت في ذلك.

وانظر إلى صدى هذه الطريقة والمنهجية المعاصرة في مقالة البيروني:

"إنما فعلت ما هو واجب على كل إنسان أن يعمله في صناعته من تقبل اجتهاد من تقدمه بالمنة، وتصحيح خلل إن عثر عليه بلا حشمة، وخاصة فيما يمتنع إدراك صميم الحقيقة فيه من مقادير الحركات، وتخليد ما يلوح له فيها تذكرة لمن تأخر عنه في الزمان وأتى بعده، وقرنت بكل عمل من كل باب علله وذكر ما توليت من عمله يبعد به المتأمل عن تقليدي فيه، ويفتح له باب الاستصواب لما أصبت فيه، أو الإصلاح لما زللت عنه أو سهوت في حسابه، لأن البرهان من القضية قائم مقام الروح من الجسد"

أو في قول أبي بكر الرازي بخصوص عدم تقليد ما في الكتب الطبية وإنما تعلم المنهج الطبي منها:

"إنهم ينظرون في الكتب فيستعملون منها العلاجات، وليسوا يعلمون أن الأشياء الموجودة فيها ليست هي أشياء بأعيانها، بل هي مثالات جعلت ليحتذى عليها وتعلم الصناعة منها".

العلماء والفلاسفة

نود هنا أن نميز بين نمطين من المفكرين الذين ظهروا في الحضارة الاسلامية والذين كانت لهم بصمات واضحة لفترة زمنية طويلة. **النمط الاول** اقتبس من علوم الأمم القديمة وبنى عليها واجتهد فيها بعقلية ناقدة مبدعة والتزم التفكير في المحسوسات، **والنمط الثاني** أخذ علوم الأمم القديمة أخذ المعجب بها إلى درجة الإنبهار وخاصة بالنسبة لأخذهم فلسفة اليونان. أما النمط الأول، والذي نطلق على مفكريه إسم فريق العلماء كمثل جابر بن حيان وأبي بكر الرازي والحسن بن الهيثم وأبي الريحان البيروني، فقد كان أخذه للعلم يمتاز بمنهجية علمية دقيقة تعتمد على الحجة والبرهان والنقد والتمحيص لأقوال السابقين. بينما نلاحظ أن أصحاب النمط الثاني من التفكير، والذين نسمهم بفريق الفلاسفة، كمثل الكندي والفارابي وابن سينا

فكان أخذهم للعلم يمتاز بمنهجية فلسفية تعتمد على المنطق الاستنتاجي والذي هو منطق أرسطو. وكذلك كان أخذ فريق الفلاسفة للعلم مدرسيا؛ بمعنى أنهم كانوا يعدون أقوال فلاسفة اليونان حجة ويتناولون آرائهم بالدرس والتفصيل دونما نقد أو مخالفة، وذلك حكم الأغلب الأعم، ولذلك كانت هناك سلطة عقلية لفلاسفة اليونان على عقولهم وكانوا يتحرجون من مخالفتهم. فانظر مثلا إلى قول إبراهيم بن سنان بن ثابت بن قرة من علماء القرن الهجري الرابع يصف فريق الفلاسفة:

"والبلية من هؤلاء القوم هي إفراطهم في نصرة آراء أرسطوطاليس كلها واعتقادهم امتناع زله فيها على علمهم أنه كان من المجتهدين دون المؤيدين المعصومين".

وكذلك نجد جورج سارتون، مؤرخ العلم المشهور، ميز أطباء المسلمين إلى فريقين، فريق المدرسين ويمثلهم ابن سينا وفريق الممارسين ويمثلهم الرازي. أي أنه يعد ابن سينا من فريق الفلاسفة الأطباء بينما يعد الرازي من فريق الأطباء الفلاسفة، أو بالنسبة لتصنيفنا، في هذا السياق فإن ابن سينا يعد من فريق الفلاسفة بينما يعد الرازي من فريق العلماء. أيضا انظر إلى قول جورج سارتون في مقارنته بين البيروني وابن سينا:

"يمثل البيروني الفكر الأكثر مغامره والأكثر قوة نقدية؛ أما ابن سينا فيمثل الفكر التركيبي. وكان البيروني موهوبا أكثر للإكتشاف، ومن هذه الناحية فهو أقرب إلى المثال العلمي الحديث، أما ابن سينا فكان فكرا منظما تأسيسيا، إنه موسوعي وفيلسوف.

ولعل أبرز دليل وشاهد على هذا التصنيف هو استقراء الآراء العلمية لمفكري العرب والمسلمين. وسأكتفي بإيراد نبذ مختصرة من هذه الآراء والتي أهمها ما يلي:

١- مسألة سرعة الضوء وهل أنها محدودة أم غير محدودة حيث يلتزم فريق الفلاسفة بقول أرسطو وهو أنها غير محدودة بينما يقرر البيروني وابن الهيثم، من فريق العلماء، أنها محدودة بالرغم من أنها كبيرة جدا.

٢- مسألة وجود الخلاء أو عدم وجوده حيث يلتزم فريق الفلاسفة برأي أرسطو وهو استحالة وجود الخلاء بينما يقرر فريق العلماء أن وجود الخلاء ممكن.

٣- ينهج الفلاسفة في تعريفهم للمكان نفس أسلوب أرسطو بينما لا يجد العلماء حرجا من نقده ومخالفته. فقد كان أرسطو يعرف المكان على أنه السطح المماس للجسم وتبعه في ذلك فلاسفة المسلمين.

٤- يتبع فريق الفلاسفة رأي أرسطو في قوله: "إن الأجسام تعاني من فترة سكون عندما تعكس إتجاه حركتها". بينما يقول فريق العلماء بنقيض ذلك؛ أي أن الأجسام لا تعاني من فترة سكون عندما تعكس اتجاه حركتها.

٥- حتى في الطب يتبع ابن سينا في كتابه "القانون في الطب" منهج أرسطو الاستنتاجي وذلك على نقيض أبي بكر الرازي حيث يتبع منهجا استقرائيا سريريا، كما يتضح في كتابه الحاوي.

٦- مضمون المراسلة العلمية بين البيروني وابن سينا والتي نورد جزءا منها حيث يتضمن أمثلة محددة للفرق بين منهج العلماء ممثلا في البيروني ومنهج الفلاسفة في التقيد برأي أرسطو في القضايا العلمية ممثلا في ابن سينا.

يسأل البيروني: "لماذا جعل أرسطو أقاويل الأولين في الفلك حجة قوية، أما من لم يتعصب ولم يصر على الباطل تحقق أن ذلك غير معلوم" ثم يذكر البيروني زعم أرسطو أن أجرام الفلك لا تتغير، فيسأل: لماذا لا تتغير، وجبال الأرض تتغير؟ وما الدليل على أن الأجرام لا تزول؟

فيجيب أبن سينا مستهجنا السؤال: "كأنك أخذت هذا الاعتراض عن يحيى المموه.. أو عن الرازي المتكلف الفضول.. والذي تجاوز قدره في بسط الجراح والنظر في الأبوال والبرازات...".

فيرد البيروني قائلا، بعد أن يعدد مآثر يحيى النحوي *:

"... حاشى ليحيى أن ينسب إلى التمويه، وأحق بهذا الاسم أرسطو المموه..."

ثم يسأل البيروني السؤال التالي:

"لماذا استشنع أرسطو قول القائلين بالجزء الذي لا يتجزأ، والقائلين بأن الجسم يتجزأ إلى ما لا نهاية له أشنع".

يجيب ابن سينا:

أن "أرسطو أنكر تقسيم العناصر إلى هذا الجزء عمليا ولم ينكره نظريا".

ويتسائل البيروني بعد ذلك منتقدا فكرة أرسطو في استحالة الخلاء: "إذا تقرر عندنا أن لا خلاء لا داخل العالم ولا خارجه فلم صارت الزجاجة إذا مصت وقلبت على الماء دخلها الماء متصاعدا..." فيجيبه ابن سينا قائلا:

"ليس دخول الماء لأجل الخلاء... المص يحرك الهواء الذي يمتنع عن الخروج لامتناع الخلاء، والحركة تحدث سخونة في الهواء، والسخونة تحدث انفشاشا (تمددا)، وإذا انفش الهواء طلب مكانا أوسع، فمن الضرورة أن بعضه يخرج، وما يتسع له الزجاج يبقى، فإذا أصابته برودة الماء تكاثف وانقبض.. فيدخل الماء.. ألا ترى أنك لو لم تمص بل أتيت بالفعل المضاد للمص وهو النفخ.. ونفخت في القارورة نفخا متتابعا حتى أسخن الماء لدخل الماء مثلما دخل حين المص وذلك مجرب، وكذلك لو أسخنت القارورة...".

---

* يحيى النحوي من علماء الاسكندرية قبل الاسلام وقد عمر حتى انه أدرك عمرو بن العاص.

ثم يعود البيروني إلى الرد بسؤال وتعليق:

"إذا حدث فيه انفشاش... كما ذكرت، وخرج من القارورة، فإلى أين يصير إن كان لا خلاء في العالم؟ ... أما قولك ذلك مجرب، فإني جربته ففعل ضد الفعل، وهو أن الهواء خرج من القارورة بدليل تبقبقه ولم يدخله شيء من الماء البتة، وانكسر مني قوارير تسع في ماء جيحون".

نذكر أخيرا السؤال التالي للبيروني: "إذا كانت الأجسام تنبسط بالحرارة، وتتقلص بالبرودة فلماذا تتصدع الآنية وتتكسر إذا جمد ما فيها من ماء؟".

يجيبه ابن سينا: "... إذا انقبض الجسم عند التبرد، كاد أن يقع خلاء، فشق وانصدع لاستحالة الخلاء".

يرد عليه البيروني: "لو كان الانصداع إلى داخل الآنية لأوشك أن يكون ما ذكرت عن الخلاء... لكن الأمر على خلافه، فإن الآنية تتصدع إلى خارجها، كالذي يكلف حمل ما لا يطيق ولا يسع".

نكتفي بهذا القدر من الأسئلة وإجاباتها المتضمنة في المراسلة المشار إليها أعلاه إذ أنها كافية في توضيح النهج الاستقرائي الذي يعتمد عليه البيروني وكذلك نهج ابن سينا في اقتفاءه لآراء أرسطو من جهة وفي نهجه الاستنتاجي الذي يستند فيه على آراء أرسطو كقواعد كلية يقيس عليه حتى لو كانت النتائج مخالفة للملاحظة والاستقراء.

نحيل القارئ الكريم إن أحب الإطلاع على المراسلة كاملة إلى مركز المخطوطات في إحدى الجامعات أو مراكز البحث العلمي أو إلى مجلة العلم والتكنولوجيا – حزيران – تموز ١٩٨٢م صفحة ١٨ حيث تتضمن تحقيقا لجزء منها.

٧- وأخيرا نشير إلى أن فريق العلماء في أغلبهم التزم مجال العقل في التفكير، وهو المحسوسات، بينما لم يلتزم فريق الفلاسفة ذلك والذين كانوا يفكرون في أمور غير محسوسة، أي لا واقع لها، كالأفلاك العشرة والمحرك الأول وغير ذلك.

الفصل الثامن

العلم في العصور الوسطى لدى الأوروبين

في نهاية القرن الحادي عشر للميلاد بدأ الغزو الأوروبـــي للمســلمين فـــي إسبانيا وفي بداية القرن الميلادي الثاني عشر بدأت الغزوات الصليبية لبلاد الشـــام. وقد نتج عن هذه الغزوات اتصال مباشر بين الأوروبيين والمســـلمين مـــن جهـــة وازدهار التجارة في أوروبا من جهة أخرى. سنذكر، في هذا الفصل، أهم مراكـــز الاتصال ثم نوضح أهم التأثيرات، على المجتمع الأوروبي، الناتجـــة عـــن عمليـــة الاتصال هذه وعن ازدهار التجارة وتأثيراتها.

مراكز الاتصال العلمي

١- مدرسة سالرنو الطبية

وتقع سالرنو بالقرب من مدينة نابولي في جنوب إيطاليـــا. ويعـــود فضـــل تأسيس هذه المدرسة إلى أربعة أساتذة مختلفي الأجناس، وكان كل واحد منهم يعلّـــم بلغته وهم: أبديلا باللغة العربية وبونتوس باليونانية وهيلينوس بالعبرية وســـاليرنوس باللاتينية. وقد ظهرت بعض المؤلفات الطبية في بداية القرن الحادي عشر للميـــلاد في هذه المدرسة، بيد أن النشاط الكبير لها لم يظهر إلا بتأثير قسطنطين الإفريقـــي. وقسطنطين هذا تاجر من الجزائر قدم إلى ســـالرنو عـــام ١٠٦٥م ولاحـــظ تدنـــي مستوى الطب فيها، ورجع بعد ذلك إلى بلده حيث تعلم الطب العربـــي الإســـلامي وعاد إلى سالرنو ومعه العديد من الكتب الطبية. وفي سالرنو عكف قسطنطين، فـــي

دير مونتكاسينو، على الترجمة وذلك خلال الفترة ١٠٧٠م – ١٠٨٧م. وقد ترجم كتب إسحق اليهودي من العربية إلى اللاتينية. وإسحق هذا ولد بمصر وعاش بالقيروان حيث صنف بأمر الخليفة الفاطمي عبيد الله المهدي كتبا طبية كثيرة باللغة العربية. وترجم أيضا كتاب كامل الصناعة، والذي يعرف بإسم "الكتاب الملكي"، لعلي بن عباس إلى اللاتينية، وكذلك ترجم كتاب زاد المسافر لابن الجزار وكتاب طب العيون لحنين بن إسحق. ومما تجدر ملاحظته أن قسطنطين كان، عندما يترجم الكتب الطبية، كثيرا ما ينسبها لنفسه، فمثلا انتحل لنفسه كتاب كامل الصناعة الطبية لعلي بن عباس وظل هذا الكتاب متداولا عند الأطباء اللاتين على أنه لقسطنطين نحو مائتي سنة حتى قام مترجم آخر بترجمة كتاب كامل الصناعة، وكذلك انتحل كتاب طب العيون لحنين بن إسحق وأطلق عليه إسم "كتاب قسطنطين في أمراض العين" وظهرت نسبة الكتاب الزائفة عندما ترجم كتاب حنين ابن اسحق الأصلي مرة أخرى إلى اللاتينية. وبالرغم من عملية الإنتحال هذه إلا أن عملية وصول هذه الكتب الطبية إلى سالرنو كانت ذات تأثير كبير في نشر علم الطب المبني على أسس علمية في أوروبا بعد أن كان الطب الشعبي المملوء بالخرافات شائعا فيها. وقد شهدت مدرسة سالرنو تطورا طبيا كبيرا في القرن الثاني عشر للميلاد إذ ظهرت فيها عدة كتب في التشريح التجريبي في أوروبا خلال القرون الوسطى، ويظهر في ذلك التأثير العربي الإسلامي جليا وخاصة في المصطلحات الطبية المستخدمة.

٢- صقلية

بقيت صقلية خاضعة لسلطان الإسلام حوالي قرنين من الزمان وذلك أن مسلمي شمال افريقيا من الأغالبة تمكنوا من الاستيلاء على مدينة بالرمو عام ٨٣١م وتم لهم فتح الجزيرة كلها عام ٨٧٨م عندما تم استسلام سرقسطة. وقد ازدهرت الحضارة الإسلامية في صقلية إذ يذكر ابن حوقل واصفا بالرمو عام ٩٦٠م: "تضم

المدينة حوالي ثلاثمائة جامعاً وكان عدد المصلين في أحدها سبعة آلاف شخص، كما بلغ عدد المعلمين في مدارسها ثلاثمائة معلم".

وهذا يُعد مؤشرا للمستوى العلمي لمدينة بالرمو بخاصة وصقلية بشكل عام. وفي عام ١٠٩١م تمكن النورمانديون بقيادة روجر بن تانكريد من الاستيلاء على صقلية بشكل كامل. وقد اهتم النورمانديون بنقل العلوم العربية الإسلامية من اللغة العربية إلى اللاتينية، إذ عملوا على استقدام العلماء لهذا الأمر. وقد ظهرت ترجمات لكتب فلكية ورياضية وطبية عديدة من اللغة العربية إلى اللغة اللاتينية في هذه الجزيرة، ومن هذه الترجمات ترجمة كتاب الحاوي في الطب للرازي الذي قام بترجمته فراج بن سالم اليهودي.

٣- انتقال العلوم عن طريق الحروب الصليبية

إذ أنه عن طريق الحروب الصليبية حصل اتصال مباشر بين المسلمين وبين الصليبيين الأوروبيين وقد لاحظ الأوروبيون، خلال هذا الاتصال، حضارة راقية لا عهد لهم بمثلها ولاحظوا أيضا مظاهر هذه الحضارة في شتى مجالات الحياة ومن ضمنها الإنجازات العلمية، فقاموا بنقل وترجمة وتقليد ما رأوه. فمن ذلك أن فريدريك الثاني (١١٩٤-١٢٥٠م)، ملك صقلية، قد أخذ فكرة المدارس النظامية، والتي شاهد فروعها الكثيرة في بلاد الشام، وأسس بمدينة نابولي أول جامعة للدولة. وكذلك انظر إلى قول أديلارد الباثي، والذي تجول كثيرا في المشرق الإسلامي خلال الحروب الصليبية، في الحث على اتباع العقل ونبذ السلطة العقلية لفلاسفة اليونان والتي كانت سائدة لدى الأوروبيين في جيله: "هل من أحد غيري تعلم على يد المعلمين العرب سلوك درب العقل، فعليك من جهتك أن لا تعميك عماية السلطة، إذ لو فعلت فكأنك قد ربطت برسن" ويقول في موضع آخر:

"تعلمت من أستاذي العربي أن أزن الأشياء بميزان العقل... فـإذا أردت أن تناقشني فناقشني بالعقل وحده".

ومن ضمن الكتب التي ترجمت، خلال هذا الاحتكاك الـذي حصـل بيـن المسلمين والأوروبين في الحروب الصليبية، كتاب كامل الصناعة لعلي بن عبـاس الذي قام بترجمته اسطفان البيزي عام ١١٢٧م. وكذلك ترجم أكسـيوريوس عـام ١٢٠٠م كتاب جالينوس في قوى الأطعمة عن النسخة العربية التي كان قد ترجمـها حبيش ابن أخت حنين ابن اسحق.

وأخيرا نشير إلى تأثير حضاري كبير انتقل من المسلمين إلـى الأوروبيـن عن طريق الحروب الصليبية وهو المستشفيات. ذلك أن الأوروبيـن قـد اطلعـوا، خلال تجوالهم في بلاد الإسلام، على الرعاية الطبية للمرضى وعلى المستشـفيات ونظمها ونقلوا بالتالي فكرتها إلى أوروبا.

٤- الأندلس

ويُعد هذا المركز ذو تأثير فعال وعميق على نقل وترجمة العلـوم العربيـة الإسلامية إلى اللاتينية يفوق تأثير سائر المراكز، ويعود ذلك إلـى أسـباب عديـدة أهمها:

١- إن الأندلس ثرية بالتراث العلمي العربي الإسلامي، فهي تحتوي الكنوز العلميـة للحضارة الإسلامية في المغرب.

٢- إن فترة اتصال الأوروبيين بالمسلمين عن طريق الأندلس كانت أكثر ديمومـة من فترات الاتصال عبر المراكز الأخرى.

٣- التسامح الذي كان يتحلى به الخلفاء الأمويون وسائر حكـام الأندلـس اتجـاه العلماء من شتى الأجناس والأديان، الأمر الذي شجع قدوم طالبي العلـم مـن

أنحاء أوروبا كافة إلى الأندلس. ومن هؤلاء كان جربـــرت (٩٣٠-١٠٠٣م)، والذي تقلد البابوية باسم سيلفستر الثاني، إذ قام برحلة إلى الأندلس حوالي عـام ٩٦٠م، وكان تأثره بالعلوم العربية الإسلامية التي وجدها هناك عميقا وخاصـة في الرياضيات. وقد قام جربرت بإنشاء مدرستين: في إشبيلية وفي مدينة نيـس الفرنسية واهتم بتدريس الطب واللغة العربية فيهما ويرجع إلى جربـــرت هـذا فضل نشر الأرقام العربية (باستثناء الصفر) في أوروبا. وكذلك غادر جـيرارد الكريموني (١١١٤-١١٨٧م) بلده إيطاليا عام ١١٦٧م إلى طليطلة وبقي فيـها حتى وفاته. وكان دافعه للسفر الاطلاع على كتاب المجسطي لبطلميوس (باللغة العربية لعدم توافر الأصل الإغريقي). إلا أنه، عندما لاحـظ ثـراء المكتبـة العلمية في طليطلة تعلم اللغة العربية، التي كانت لغة العلم آنذاك، وبقي يعمـل في الترجمة طيلة عمره. ومن أشـــهر الكتـب التـي ترجمـها: المجسـطي لبطلميوس، والجبر والمقابلة للخوارزمي وكتاب ميزان الذهب لثابت بـن قـرة وكتاب المنصوري للرازي وكتاب الأسس لإقليـدس وعـدة كتـب لأرسـطو وأرخميدس وأبولونيوس والكنـدي والفرغـاني وبنـي موسـى والزهـراوي وغيرهم. ويعتبر جيرارد أشهر المترجمين في أوروبا آنذاك حتى لقد قيل بأنـه ترجم من العربية إلى اللاتينية أكثر مما ترجم سواه مجتمعين. وقام أفلاطـون التيفولي الذي عاش في برشلونة حوالي إثني عشر عاما مـن ١١٣٤م وحتـى ١١٤٥م بترجمة كتابا فلكيا للبتاني وعدة كتب رياضية أخرى. وقـد اسـتمرت طليطلة مركزا علميا نشطا حتى بعد سقوطها مـن المسـلمين وبلغـت ذروة نشاطها في الترجمة في زمن الفونس الحكيم الذي امتدت فـترة حكمـه مـن ١٢٥٢م وحتى ١٢٨٤م. ومن المترجمين الذين نقلوا كتبا علميـة إلـى اللغـة اللاتينية: يوحنا الإشبيلي وروبرت الشستري ودانيال المورلي.

ونشير أخيرا إلى أربعة أمور تتعلق بالترجمة:

أ- لقد كانت الترجمة تتم بطرق مختلفة، وذلك إما إلى اللاتينية مباشرة إن كان المترجم يتقن العربية أو عن طريق الاستعانة بشخص يعرف الإسبانية والعربية ثم يقوم المترجم إن كان يتقن الاسبانية، بنقلها إلى العربية أو يستعين المترجم بشخص يتقن اللغة اللاتينية والعربية لمساعدته في الترجمة.

ب- ونتج عن ذلك أن تميزت ترجمات الكتب بقدر كبير من عدم الدقة.

ج- شيوع الانتحال للكتب المترجمة ونسبتها إلى المترجم وليس إلى المؤلف كما لاحظنا قبل قليل في كثير من الأمثلة.

د- كانت الترجمة تتم بجهود فردية وبشكل عشوائي. ونتج عن ذلك أن تمت ترجمة كتب عديمة الأهمية بينما لم تتم ترجمة كتب ذات أهمية نظرا لهذه العشوائية ولاعتمادها على مدى توفر الكتاب المراد ترجمته دونما قصد وتخطيط مسبق. وكذلك نتج عن كون الترجمة كانت تتم بجهود فردية غير مؤسساتية أن حصل تكرار في ترجمة الكتب.

التأثير العلمي على أوروبا

نستطيع إيجاز أوجه التأثير العلمي للحضارة الإسلامية على أوروبا في الأمور التالية:

١- الطريقة العلمية

لعل أخذ الأوروبيين للطريقة العلمية في البحث هو أهم التأثيرات العلمية للحضارة الإسلامية على الأوروبيين. ولرؤية مدى تأثير المسلمين في هذا الأمر من الضروري أن نعلم أن الكنيسة في أوروبا كانت قد تبنت الفلسفة اليونانية، في القرن الرابع للميلاد، وضمتها لتعاليمها الدينية وذلك على يد أوجستين. ونظرا للسلطة التي كانت تتمتع بها الكنيسة، فإن فلسفة اليونان - وما تعنيه من البعد عن

التجريب- أصبحت هي السائدة بين فلاسفة أوروبا وعلمائها حتى وقت اتصال الأوروبين بالمسلمين. فعلى سبيل المثال بينما نجد أن الفيلسوف أريجينا، المولود في ايرلندا في القرن التاسع للميلاد، والذي يعتبر من أعظم فلاسفة أوروبا في تلك الفترة كان يعتقد أن العقل هو الحقيقة الوحيدة النهائية وأن الإحساسات الجسمانية ليست إلا مجرد أوهام ونجد بيرنجر Berenger (٩٩٨-١٠٨٨م) وأنسلم Anslem (١٠٣٣-١١٠١م) يبالغون في أهمية العقل دون ذكر للحواس والتجريب نجد دانيال المورلي يغادر مدينة باريس ضائقا بالجدل المنطقي، عام ١١٨٠م تقريبا ويذهب إلى مدينة توليدو ليستمع إلى فلاسفة العالم الأكثر حكمة. وقد سمع دانيال المحاضرات التي كان يلقيها جيرارد الكريموني ورجع إلى انجلترا ومعه ترجمة الكثير من كتب المسلمين. وبالإضافة إلى ذلك نجد روجر بيكون (١٢١٤-١٢٩٢م)، والذي درس مؤلفات ابن الهيثم، يركز على أهمية الجانب التجريبي في العلم، ويزدري طلب الشهرة والجوائز التي قد تعوقه من مواصلة بحوثه التجريبية العظيمة، ونجد أيضا أن ليوناردو دافنشي، في القرن الخامس عشر للميلاد يعتقد اعتقادا تاما في الطرق التجريبية بينما يضيق بالجو العقلي في بيئته التي كان تقدم العلوم اليونانية واللاتينية، والمعتقدات المسيحية المقترنة بالفلسفة الأفلاطونية. وبخصوص ذلك يقول: "لا أفهم كيف أستشهد كما يفعلون بأقوال العلماء والأفضل كثيرا الاعتماد على التجربة إذ هي معلم المعلمين".

وبخصوص رفض السلطة العقلية لفلاسفة اليونان سبق وذكرنا اقتباسا من أديلارد الباثي وحثه على ترك السلطة العقلية واتباع العقل ورأينا تقريره في أنه تعلم ذلك من أستاذه العربي. وكذلك فقد هاجم جون بكهام (١٢٣٠-١٢٩٢م) كثيرا من آراء توماس الأكويني وألف رسالة في المناظر وقرر أن مصادره الأساسية كانت كتب ابن الهيثم.

ولذلك لا غرابة أن يقرر لويس برنارد قائلا بأن أوروبا تعلمت من العرب طريقة جديدة للبحث وضعت العقل فوق السلطة ونادت بوجوب البحث المستقل والتجربة، وكذلك لا نستغرب قول بريفولت:

"فإن تأثير المسلمين أخطر وأوضح في الروح العلمية وفي الدراسات التي تحتاج إلى التجارب لإثباتها.. والدراسات العلمية انبثقت عن مدنية المسلمين بلا شك".

٢- الجامعات

ذلك أن فكرة الجامعات انتقلت إلى أوروبا عن طريق المسلمين وذلك عن طريق اتصال الأوروبيون بهم في الحروب الصليبية وفي الأندلس، وهذا الأمر أصبح الآن في حكم الحقيقة المؤكدة، فقد لاحظنا قبل قليل كيف أخذ فريدريك الثاني فكرة المدارس النظامية وقام بتأسيس أول جامعة في مدينة نابولي. إلا أنه بالرغم من أن الجامعات (والتي كانت تسمى مدارس) عند المسلمين كانت تدمج التدريس مع البحث العلمي فإن الجامعات التي نشأت في أوروبا كانت تغلب عليها الصبغة الأكاديمية المدرسية ولم تكن تهتم بالبحث العلمي. ولعل ذلك يعود إلى طبيعة بنية المجتمع الأوروبي آنذاك وإلى غلبة تأثير الفلسفة اليونانية التي انتقلت إلى الأوروبيين من ضمن ما انتقل إليهم من المسلمين. لذلك كانت الجامعات في أوروبا آنذاك حجر عثرة أمام تقدم العلم واقتصر البحث العلمي على أفراد من العلماء الذين يقومون بإجراء التجارب كهواية شخصية مثل تشارلز بويل وأنطوني لوفن هوك وسواهم. وبقيت هذه السمة شائعة في الجامعات الأوروبية حتى القرن التاسع عشر للميلاد.

٣- العلوم المختلفة

لقد انتقلت شتى العلوم إلى أوروبا خلال عملية الترجمة التي نشطت مع اتصال الأوروبيين بالمسلمين. وتشمل هذه العلوم، الطب والجراحة، اذ تعلم الأوروبيون الطب بصورة نقية بعيدة عن الشعوذة والخرافة من المسلمين وبقيت

كتب الطب من التراث العربي الإسلامي المراجع الأساسية في جامعـــات أوروبـا حتى القرن الميلادي السابع عشر، ومن هذه الكتب "الحاوي" لأبـــي بكـر الـــرازي "والقانون" لابن سينا و"الكتاب الملكي" لعلي بـــن عباســي. وكذلـك فـإن اهتمـام الأوروبين بالتشريح والجراحة كان من تأثير التراث الطبـــي العربـــي الإســلامي وخاصة ذاك الذي انتقل إلى الأوروبين عن طريق سالرنو. وفي العلـــوم الأخـــرى المختلفة فقد كان تأثير الإنجازات العربية الإسلامية على أوروبا حيويا، ويشمل ذلـك الفلك، والرياضيات وعلم البصريات والكيمياء.

٤- أخذ فكرة المستشفيات:

ذلك إن فكرة المستشفيات بأنواعها المختلفة لم تكن معروفة لدى الأوروبييـن قبل اتصالهم بالمسلمين وغاية ما كان معروفا لديهم العناية الإنسانية بالمرضى مـــن قبل بعض الجماعات الدينية.

٥- أخذ فكرة الصيدليات:

ذلك أن المسلمين كانوا أول من عرف الصيدليات كأماكن متخصصـــة فـــي بيع الأدوية.

تأثير التجارة وازدهارها

وأما ازدهار التجارة في أوروبا فقد نتج عن طريـــق الحجـاج المسـيحيين والجنود الذين كانوا يذهبون من جميع أنحاء اوروبا إلـــى الأمـــاكن المقدســة فـــي فلسطين، حيث كانوا يحملون معهم التجارة أينما ساروا. هذا النشاط التجـــاري أدى الى إثراء هؤلاء التجار من جهة وإلى تغيير نظام العلاقات الاجتماعية مـــن جهـــة أخرى.

فقد كان المجتمع الأوروبي في ذلك الحين مبنيا على نظام الاقطاع، وهـــو بطبيعته نظام طبقي. فكان هناك الإقطاعيون، وهم النبـــلاء، أصحـــاب الأراضـــي، والفلاحون الذين يفلحون هذه الأراضي. وفكرة الملكية الشخصية لم تكن ســـائدة إذ

كان محصول الأراضي يعود للإقطاعين، ولم يكن يملك الفلاحون شيئا سوى معيشتهم. بالإضافة إلى ذلك فلم تكن هناك مدن، لأن طبيعة المجتمع الزراعي تمنع، طبيعيا، وجود تجمعات سكانية بكثافة عالية. وقد كان معظم الحجاج والجنود إما من المغامرين، من الفلاحين، أو من الصيادين أو القراصنة، وهؤلاء هم الذين نشطوا بأعمال التجارة، نظرا لترحالهم الى بلدان مختلفة. وقد ساعدت حركة التجارة على إثراء هؤلاء التجار الذين بنوا مدنا لهم، كمراكز لتبادل التجارة خارج أسوار الحصون القديمة، والإقطاعيات التي كانت أماكن للحكم والحماية وكذلك فقد سن هؤلاء التجار قوانين خاصة بهم في مدنهم التي أطلق عليها، المدن الجديدة. وكانت هذه القوانين تختلف عن قوانين الإقطاعيات الزراعية، وتمتاز بالصرامة والقسوة للمحافظة على الملكية الشخصية التي بدأت تظهر إلى الوجود في المجتمع الأوروبي. وقد كانت الحصون القديمة، قبل النشاط التجاري هذا، بالإضافة لكونها مراكز للحماية تعد مراكز لصناعة بعض ما تحتاجه الإقطاعيات الزراعية المحدودة. أما مع ظهور المدن الجديدة بقوانينها الخاصة وتطور حاجات ساكنيها، فقد ظهرت صناعات متنوعة وجديدة فيها، كصناعة المعادن والسفن وطواحين الهواء والساعات وغيرها، هذه الصناعات أضافت عاملا جديدا لإثراء سكان هذه المدن بالإضافة للتجارة. وقد أدى ذلك إلى زوال نظام الاقطاع بالتدريج وظهور مجتمع جديد بعلاقات اجتماعية، مبنية على الملكية الشخصية وقوانين، تمتاز بالصرامة، وتختلف عما كانت عليه في نظام الإقطاع. ذلك أنه نظرا لما في الحياة داخل هذه المدن من مغريات، أخذ عدد سكانها يتزايد بسرعة بحيث أصبح يفوق كثيرا عدد سكان الحصون القديمة والإقطاعيات. وكثيرا ما كان يضيق أصحاب الإقطاعيات بسكان هذه المدن فكانوا ينتقلون إلى بلدان مجاورة بعيدة عن الطرق التجارية الجديدة حيث يتمكنون من استعادة نفوذهم دون مضايقة. ومع الزمن تحول المجتمع الأوروبي إلى مجتمع جديد بقوانين وعلاقات اجتماعية جديدة. وكان من عناصر الجدة، في هذا المجتمع، ارتفاع مكانة العمل اليدوي حتى بين النبلاء

والأثرياء، إذ عن طريق هذا العمل، في الصناعة والتجارة، ارتفعت مكانتهم وكان من نتيجة ذلك أن اصبح العلم والبحث التجريبي يمارس كهواية لبعض النبلاء كبويل، في القرن السابع عشر الذي كان يقوم بإجراء الأبحاث التجريبية ودراسة الآلات والعمليات الميكانيكية التي كانت تبدو مهينة اجتماعيا ومخالفة للدين في نظر نبلاء القرن الثاني عشر أو قبله. ومما ساعد على اتخاذ العلم هواية وجود الرخاء الاقتصادي الذي أدى إلى تفرغ الذهن لهذا النشاط العلمي وخاصة عند الأثرياء والنبلاء في هذا المجتمع الجديد.

نلاحظ، مما سبق، أن أوروبا، حتى بداية القرن الثاني عشر للميلاد، كانت تسودها أفكار اليونان، التي كانت متبناة من قبل الكنيسة كمعتقدات دينية من جهة، وعلاقات اجتماعية طبقية، ناتجة عن نظام الإقطاع من جهة أخرى. ولا يخفى ما لمثل هذه الأفكار والعلاقات من أثر سيء على العلم والبحث العلمي، فلا عجب، والحالة هذه، أن أطلق على مثل تلك العصور، في أوروبا، عصور الظلام. فالحقيقة حسب أفكار اليونان التي كانت السائدة، لا يمكن الوصول إليها عن طريق الاستعانة بالحواس أو الظواهر المحسوسة وإنما يتم الوصول إليها عن طريق التفكير المجرد عن كل ما هو محسوس، إذ أن كل المحسوسات ناقصة ولا تمثل الحقيقة. هذه الفكرة، بالإضافة إلى تصنيف الأشياء إلى سماوية مقدسة وأرضية محتقرة وما يرافق ذلك من تأثير سلبي على العلم وكذلك احتقار العمل اليدوي الذي تمركز في النفوس لوجود نظام الإقطاع الطبقي، كل ذلك لا يمثل التربة الخصبة لنمو العلم والبحث العلمي. غير أن اتصال الأوروبين بالمسلمين، بالإضافة إلى ازدهار التجارة الذي رافقه، قد أديا إلى تغيير ذلك جملة وتفصيلا كما رأينا قبل قليل. ولكن هذه التغيير لم يحصل فجأة، فقد حصل تدريجيا ومرت خلاله أوروبا بفترة صراع بين العلاقات الاجتماعية الجديدة وأصحابها وبين العلاقات القديمة والقائمين عليها، وأيضا بين الأفكار الجديدة التي تقدر التجريب والملاحظات الحسية كطرق جيدة للوصول إلى حقائق الكون وبين الأفكار اليونانية والتي ترجمت إلى اللاتينية السائدة

التي تبعد المحسوسات كلها عن العقل حين الوصول إلى حقائق الكـــون المختلفـــة. لنرى كيف أن هذا التغيير كان تدريجيا تجدر ملاحظة أن قول كوبرنيكس وكبلــــر، خلال القرنين السادس والسابع عشر، بمركزية الشمس بدلا من الأرض، للمجموعـة الشمسية كان مبنيا على أساس الفلسفة اليونانية في طريقه إقناعهما لغــــيرهم. فقــد كانوا يحاجون غيرهم بقولهم أن أنبل الأجرام الســـماوية، وهـــي الشـــمس حســب زعمهم، ينبغي أن تكون في مركز الكون وليست الأرض التـــي هـــي أقلـــها نبـــلا وأحقرها. لقد كان غاليليو غاليلي هو أول من فصل النظـــرة اللاهوتيـــة، المشـــبعة بفلسفة اليونان، عن البحث العلمي لتفسير ظواهر هذا الكون فـــي أوروبـــا وحـــاج لإقناعهم بأن الشمس هي مركز المجموعة الشمسية بطريقة تعتمد على الملاحظـــة وليس على الفلسفة السائدة والتي كانت تعد جزءا من الدين. وقد بلغ الصراع أوجـــه عندما قامت الكنيسة بمحاكمة غاليليو في القرن السابع عشر لنظريته الفلكية هــــذه. ورغم حججه القوية، والتي تعتمد على الملاحظة، إلا أن المحكمة أدانته وأمرتـــه ألا يذيع شيئا عن "نظرية كوبرنيكس" بالكتابة أو بأية وسيلة أخرى ثم حرمت نشر كـــل كتاب يناصر هذه النظرية. وقد كتب غاليليو، بعد ذلك كتابه "محادثة عـــن نظـــامي العالم" وانتهى منه عام ١٦٣٠م. وفي ذلك الحين كان البابا في روما أحد منـــاصري غاليليو، إذ انتخب هذا البابا وهو باربريني عام ١٦٢٣ بعد محاكمة غـــاليليو التـــي تمت قبل ذلك ببضع سنين. لذلك تقدم غاليليو من البابا بطلب لنشـــر كتابـــه. فكـــان جواب البابا هو الموافقة على نشره شريطة أن يذكر في الكتاب أن النظرية القائلـــة بمركزية الشمس ما هي إلا مجرد فرضية – وليست حقيقة – وأن يكتب البابا نفســه خاتمة للكتاب يدحض فيها الفرضية، وقد تم نشر الكتاب بناء على هذين الشـــرطين عام ١٦٣٢م.

الباب الثالث

العلم المعاصر

الفصل التاسع

السمات البارزة للعلم المعاصر

شهدت البشرية منذ بداية القرن العشرين، تطورا علميا كبيراً في مختلف مجالات المعرفة. بيد أن هذا التطور كان من نصيب بعض البلدان، على سطح الأرض، أكثر من غيرها. فبينما تشهد بلدان معينة فائضا في النشاط والإنتاج العلمي وبراءات الاختراع مما يستدعي وضع أولويات يتم بموجبها دعم بحوث محددة دون غيرها وكذلك اختيار براءات اختراع في حقول معينة يتم تسويقها في بلدان أخرى نجد أن بلدانا أخرى تعاني من ضعف البحث العلمي وضآلته وعدم ربطه بحاجات المجتمع. ويعود ذلك التفاوت إلى ظروف حضارية تاريخية مرّت بها المجتمعات المختلفة أدت إلى بُنى وهيكليات اجتماعية مختلفة، وبالتالي إلى أوضاع علمية متباينة. وتبقى الحقيقة الواقعة والظاهرة أن نمو العلم المعاصر يبرز في المجتمعات المتقدمة تكنولوجيا دون سواها.

البحث العلمي في العالم الثالث

تشترك بلدان العالم الثالث في كثير من ظروفها الاجتماعية والاقتصادية والتاريخية. فقد سبق وجرى استغلال هذه البلدان من قبل بلدان أخرى (المنظومة الشمالية من بلدان هذا الكوكب) وتمت بالتالي صياغة هياكل وبُنى اجتماعية واقتصادية في العالم الثالث بصورة تجعلها مصدرا للمواد الخام للبلدان الصناعية وأسواقا نموذجية لسلعها الصناعية. نتج عن ذلك أن الصناعة الشائع وجودها في بلدان العالم الثالث هي من نوع الصناعة التي تعتمد على الأيدي العاملة الرخيصة

Labour Intensive مثل الصناعات التجميعية والاستهلاكية المختلفة وكذلك فإن كثيرا من المشاريع والصناعات تتم بأسلوب تسليم المفتاح وعن طريق الامتياز أو الوكالات التجارية. إضافة إلى ذلك فإن الدراسات والبحوث التي تلزم لهذه المشاريع، كالمطارات أو المستشفيات مثلا تتم عادة في الخارج مما يؤدي إلى تهميش وتنحية البحث العلمي المحلي بعيدا عن هذه المشاريع وفصله عن الحاجة المجتمعية. ولعل أهم السمات التي تسم البحث العلمي في العالم الثالث ما يلي:

١- بالرغم من وجود بعض البحوث ذات الصلة ببعض الحاجات المحلية، إلا أنها غير ذات صلة بالصناعة في أنواعها كافة الأمر الذي يجعل مثل هذه البحوث غير ذات جدوى للمجتمع. فمثلا هناك العديد من البحوث الزراعية التي تتعلق بأمراض المحاصيل وغلاتها والأسمدة، بيد أن هذه البحوث تصبح عديمة الجدوى فعليا وذلك لعدم دمج البحث العلمي هذا مع صناعة الأسمدة، إن وجدت مثل هذه الصناعة، وللاعتماد على استيراد معظم عناصر العملية الزراعية كالبذور المحسنة أو المبيدات الحشرية وبالتالي عدم دمج البحث العلمي بها. ومن الأمثلة الأخرى على هذه السمة أبحاث الهندسة المدنية؛ فبالرغم من وجود العديد من البحوث المتعلقة بجوانب هذا الفرع المختلفة إلا أنها تبقى بعيدة عن الحاجة وعديمة الجدوى نظرا للاعتماد على الدراسات والاستشارات الأجنبية في المشاريع الهندسية الرئيسية كبناء المطارات والسدود والمستشفيات وكذلك هناك العديد من البحوث الطبية التي تتعلق بتأثير العقاقير المختلفة ولكن لا نجد، بشكل عام، دمج البحث العلمي بصناعة العقاقير ذاتها لكون الأخيرة هذه تتم بأسلوب الامتياز بمحدداته الكثيرة وبأسلوب تسليم المفتاح. وأخيرا نذكر كثير من البحوث المتعلقة بأمور تطبيقية فيزيائية مثل استخدام الاستشعاع السيني للتحليل العنصري الدقيق أو البحوث المتعلقة بأشباه الموصلات وعلاقتها بتوليد الطاقة الشمسية. فهذه البحوث تبقى عديمة الجدوى

المجتمعية لعدم صلتها بالأجهزة المستخدمة فعليا في هذه المجالات، والتي تكون مستوردة وبأسلوب تسليم المفتاح المشار إليه نفسه. وأخيرا نشير إلى صناعة الأجهزة الالكترونية كالثلاجات والتلفزيونات في بلاد العالم الثالث، والتي تتم بأسلوب الامتياز والوكالات التجارية مما يبترها عن البحوث في المجالات الالكترونية المحلية مما يجعل هذه الأخيرة عديمة الجدوى للمجتمع.

٢- هناك العديد من البحوث الهامشية ذات الصبغة التطبيقية، والتي تتم بدعم ومؤازرة مؤسسات دولية تابعة لليونسكو أو لهيئات أخرى تابعة لهيئة الأمم المتحدة وهذه البحوث لا تخدم المجتمع المعني في العالم الثالث وإنما تخدم البلدان الصناعية من جهة تهيئة الأجواء لاستيراد بعض الأجهزة التي يعتمد استخدامها على مثل هذه البحوث. ومن أمثلة هذه البحوث؛ البحوث المتعلقة بالاستشعار عن بعد والبحوث المتعلقة بالتحليل العنصري الدقيق، ذلك أن مثل هذه البحوث تهيء المجتمع لاستخدام الأجهزة اللازمة لذلك.

٣- البحوث العلمية الأساسية هزيلة جدا ومحدودة النطاق، وتكاد تغيب بعض الموضوعات مثل البحوث المتعلقة بالفيزياء النووية وخاصة ذات الطاقة المتوسطة والعالية أو البحوث الفضائية والفلكية وعلى وجه خاص التجريبية منها. بيد أنه يوجد العديد من الباحثين الماهرين الذين يقومون ببعض البحوث الأساسية المهمة مثل البيولوجيا الجزيئية أو فيزياء الطاقة الشمسية أو الكيمياء الصيدلانية، ولكن هذه البحوث تتسم بكونها فردية تفتقر إلى النسق المجتمعي من ناحية عدم صلتها بأية صناعة محلية من جهة وبكونها امتدادا لدراسات تتم في البلاد التي أنهى هؤلاء الباحثون دراستهم العليا فيها من جهة أخرى.

٤- ضعف البحث العلمي الجامعي بشكل عام، ويتمثل ذلك في قلة البحوث التي ينشرها أساتذة الجامعات في العالم الثالث وبمستواها المتدني بشكل عام. وعادة ما ينخفض بشكل ملحوظ النشاط البحثي للأستاذ الجامعي بعد حصوله على

لقب الأستاذية هذا مع كون بحوثه قبل ذلك تتسم بالسمات السابقة وعدم فعاليتها المجتمعية، فكما يقرر عبد الباري درة في بحثه الموسوم "بنوعية التعليم العالي في الوطن العربي؛ فكراً وواقعا". كمثال على واقع البحث العلمي الجامعي في بلاد العالم الثالث:

" لقد كثر عدد الجامعات العربية التي أنشئت من بداية القرن حتى بلغ عدد الجامعات المنضمة لاتحاد الجامعات العربية (١٢١) جامعة عربية في مطلع عام ١٩٩٧. ورغم الاختلافات بين هذه الجامعات من حيث أسباب النشوء، والفلسفات التي انطلقت منها والخلفية الاجتماعية والاقتصادية للعاملين فيها، والسياقات السياسية والاجتماعية التي تعمل فيها وأنشطتها وبرامجها، مما يجعل مهمة الباحث جدا صعبة في التعميم في الأفكار إلا أنه استنادا للدراسات المختلفة، وبناء على المشاهدة والتجربة والممارسة نستطيع أن نقول أن الجامعات العربية وهي في أواخر القرن العشرين لا تزال أسيرة المنظومة الفكرية التقليدية (The Conventional Paradigm) في فلسفتها ومناهجها وهياكلها وإدارتها وأساليب تدريسها، وقلة بحوثها وضعفها، وغياب برامج خدمة المجتمع، وضعف مستوى خريجيها، وانفصال معارفهم ومهارتهم عن حاجات المجتمع والسوق، وضعف دورها في التنمية الوطنية، وتقلص استقلالها الأكاديمي، وغياب مشاركة العاملين فيها في اتخاذ القرارات، وسوء العلاقات بين الطلبة من جهة والإدارة وأعضاء هيئة التدريس من جهة أخرى. لقد سيطرت هذه المنظومة الفكرية التقليدية على فكر الجامعات العربية وقيمها وممارساتها إلى حد دفع أحد الكتاب العرب إلى إطلاق اسم "القبور الحية" عليها. إن مثل هذا القول يقودنا إلى الاعتقاد أن مقدرة الجامعات العربية على مواجهة تحديات القرن الحادي والعشرين ومنها العولمة والنوعية المتميزة للتعليم الجامعي مقدرة ضعيفة ودون المستوى، فهي جامعات بقياداتها

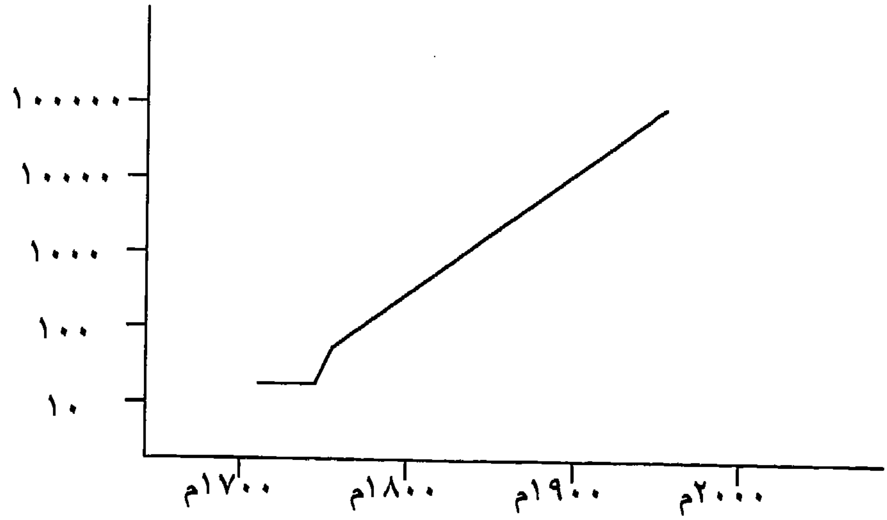
وكوادرها ومرافقها وتسهيلاتها وأجهزتها وخبراتـــها لا تكـاد تملـك الأدوات والتقنيات النظرية والفكرية والعملية للتعامل مع تلك التحديات."

٥- الإنفاق المالي الضئيل على البحث العلمي. فبينما يبلغ الإنفـاق علـى البحـث العلمي، في البلاد الصناعية، حوالي ٣% من الناتج العام للبلد فإن هذا الإنفـاق لا يكاد يتجاوز ٠،٣% في كثير من بلدان العالم الثالث، وأحيانا أقل مـن ذلـك بكثير.

وهذه بطبيعة الحال عامة لبلدان العالم الثالث جميعا مع وجود تفاوتات بسـيطة في غلبة سمة من السمات، وتعود هذه الحال الى ظروف حضارية وتاريخيـة ومجتمعية.

نمو العلم

نتيجة لتراكمية العلم، والتي هي صفة للمعرفة الإنسانية عمومـا ولدمجـه العميق بالمجتمع وحاجاته، فقد نمت المعارف العلمية نموا هائلا. وهذا أمر طبيعـي حيث أن من المعروف رياضيا أنه إذا كان معدل النمو الزمني لشيء مـا يتناسـب طرديا مع مقدار الشيء نفسه فإن هذا الشيء سيزداد بصورة أسية مع الزمن. وهـذه القاعده تنطبق على العلم لأن معدل الزيادة الزمني للعلم يتناسب طرديا مـع العلـم الموجود (خاصية التراكمية) وبالتالي فإن العلم ينمو أسيا مع الزمـن. هـذا النمـو يشمل ليس فقط المعارف العلمية وإنما يشمل أيضا شتى مظاهر النشـاط العلمـي، كعدد الدوريات العلمية وعدد العلماء الباحثين والأموال التي تنفـق علـى البحـث العلمي وغير ذلك. ويبين الشكل التالي زيادة عدد الدوريات العلمية مع الزمن.



وقد أدى هذا النمو الهائل في العلم إلى بروز مشكلة مهمة تتعلق بالسياسة العلمية أو ادارة النشاط العلمي من جهة وبمستوى الأبحاث العلمية من جهة أخرى. ذلك أن النمو العلمي الهائل يصاحبه نمو هائل أيضا في الأموال والجهود المبدعة المستنفذة. وبطبيعة الحال فإن المجتمع البشري يحتاج للأموال والجهود المبدعة التي يمتلكها لمسارب حياتية مختلفة وليس لمسرب واحد، وبالتالي فإن استنفاذ أحد المسارب الحياتية للأموال والجهود المبدعة بصورة هائلة يكون على حساب المسارب الحياتية الاخرى مما يؤدي إلى الإخلال بالتوازن في الإنفاق على هذه المسارب والمفترض وجوده. أما من حيث مستوى الأبحاث العلمية فإنه قد عانى من انخفاض إجمالي ملموس نتيجة لنمو العلم الهائل. فقبل هذا النمو لم يكن يقبل على البحث العلمي إلا الذين لديهم القدرة على الإبداع فيه وكان دافعهم من وراء قيامهم بالبحث رغبتهم في ذلك دون النظر إلى أية اعتبارات اخرى. انظر إن شئت إلى الحسن بن الهيثم أو أبي الريحان البيروني أو غاليليو غاليلي أو أنطوني لوفن

هوك في الماضي أو جمهرة المبدعين في بداية هذا القرن التي أرسلها له مسعود الغزتوي تجد نقاوة الدافع العلمي لديهم فنجد البيروني يرجع حمولة جمل من الهدايا والأموال قائلا: "إنه يخدم العلم للعلم لا للمال".

وكذلك يلاقي غاليليو غاليلي مشقة وعنتا في حياته نتيجة أخذه بنظرية كوبرنيكس الفلكية ولم ينثني عنها. ولذلك لم يكن يخوض الميدان العلمي إلا من كان كفوءا لهذا النشاط وبالتالي كان مستوى العلم الناتج مرتفعا، أما مع نمو العلم الهائل فقد اقتحمت المجال العلمي أعداد هائلة من الناس سواء ممن كانت لديه الكفاءة الحقيقية أم لا وذلك بسبب الاعتبار الكبير الذي أعطي لهذا النشاط الإنساني وبالتالي وجدت دوافع اخرى لدى الناس لخوض غمار هذا النشاط. فوجد الدافع المعنوي والدافع المادي اللذان يدفعان بالإنسان لهذا الجهد؛ والنتيجة بطبيعة الحال، الانخفاض الملموس في المستوى الإجمالي للبحث العلمي في الزمن المعاصر.

إن الاستنفاذ الكبير للأموال والجهود، من جهة، وتدني المستوى الإجمالي للبحوث العلمية من جهة أخرى يقتضي ضرورة تقنين هذه الأموال والجهود للمسارب الحياتية المختلفة بصورة حكيمة. وهذا يستلزم وضع أسس ومعايير يتم بواسطتها اختيار الأبحاث التي يقوم المجتمع بدعمها ماليا ومعنويا نظرا لزيادة عدد مشاريع البحوث وزيادة نفقاتها بشكل يفوق الأموال التي يخصصها المجتمع للبحث العلمي. وكذلك ينتج عن النمو الكبير للعلم نموا هائلا في عدد براءات الاختراع الذي قد يصل إلى الحد الذي يفوق قدرة المجتمع في تحويل هذه البراءات إلى منتجات تكنولوجية مما يستلزم وضع سياسة حكيمة للعلم والتكنولوجيا يتم بموجبها إعطاء أولويات للبراءات التي يجري استغلالها. ولعل من أكثر هذه المعايير تفصيلا تلك التي قام بوضعها ألفين وابنبرغ Alvin Weinberg وتعرف بمحك واينبرغ Weinberg Critena ويوجد لهذا المحك جانب داخلي وآخر خارجي. أما

الجانب الداخلي لمحك واينبرغ فيتعلق بأمور لها صلة بالوسط العلمي نفسه وذلك بمحاولة الإجابة على أسئلة من نوع:

هل موضوع البحث المخصوص ناضج لإعطاء ثماره؟

هل الموضوع من الأهمية بحيث أنه يستحق الدعم؟

هل الموضوع جديد ولم يبحث فيه العلماء من قبل؟

وهل العلماء الذين سيتصدون للقيام بالبحث من الكفاءة بحيث أنهم من الممكن أن يقوموا بالبحث بنجاح؟

إن الاجابة على مثل هذه الأسئلة، لا شك تساعد على توجيه الجهود والأموال إلى الوجهة المثمرة علميا وعدم هدرها. ولا شك أن هذا الجانب الداخلي لمحك واينبرغ مهم في حالة القيام بالأبحاث العلمية الأساسية. إلا أن هذا الجانب لا يكفي في حالة اهتمامنا بالأبحاث العلمية التطبيقية إذ أننا، في هذه الحالة، نأخذ بالاعتبار الجانب الخارجي لمحك واينبرغ. ويتعلق الجانب الخارجي لمحك واينبرغ بعلاقة البحث العلمي بمسارب الحياة المختلفة في المجتمع. وهناك على وجه خلص ثلاثة اعتبارات لهذا الجانب من محك واينبرغ وهي:

١ - الاعتبار التكنولوجي **Technological Merit**

وهذا يعني البحث فيما إذا كان للموضوع المقدم للدعم أهمية تكنولوجية أم لا. فمثلا البحث في تأثير النيوترونات على المواد الصلبة له مثل هذه الأهمية من حيث علاقته بتطوير صناعة المفاعلات النووية. وكذلك الحال فإن دراسة كثير من الظواهر الجينية في علم الحياة الجزيئي لها أهمية تكنولوجية من حيث صلتها بالهندسة الوراثية. ومن البحوث التي تمتلك مثل هذا الاعتبار بحوث المواد بشكل عام.

٢ - الاعتبار العلمي **Scientific Merit**

وهذا يعني البحث فيما إذا كان للموضوع المخصوص علاقة بتطوير فروع أخرى من المعرفة أم لا. فإن تطوير علم الحياة الجزيئي له تأثير إيجابي وبعيد

المدى على تطور علم الطب وعلم الحياة، وكذلك فإن التقدم الحاصل في بعض جوانب الفيزياء الذرية قد يؤثر إيجابيا على تطور جوانب من علم الكيمياء وخاصة تلك المتعلقة بالروابط الكيميائية.

٣- الاعتبار الاجتماعي Social Merit

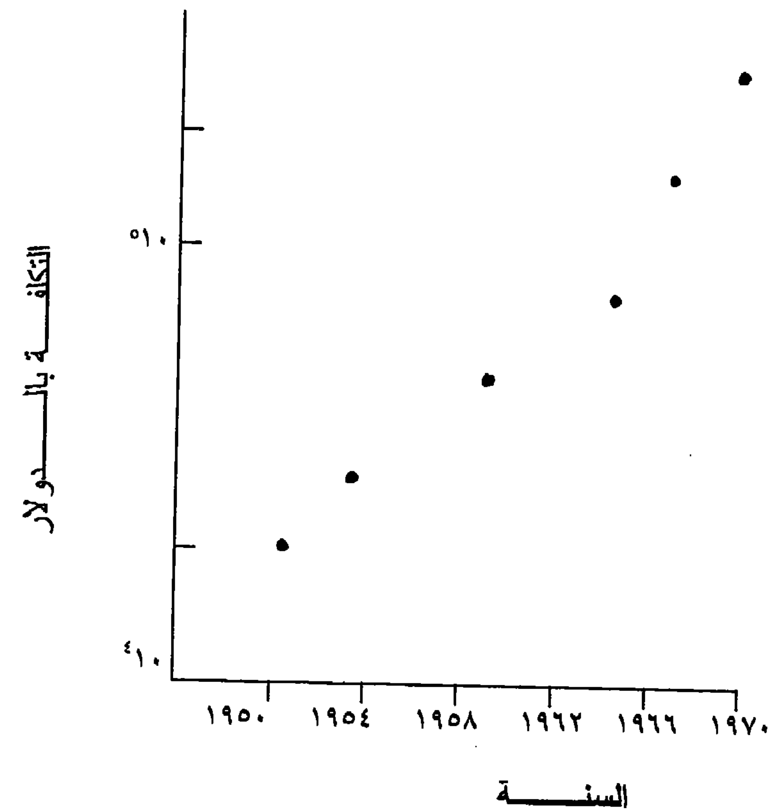
وهذا يتعلق بالأهمية الاجتماعية للبحث المخصوص، فعلى سبيل المثال قد يكون لبحث من الأبحاث تأثير إيجابي على علاج أو الحد من مشكلة الفقر مثلا، أو قد يكون لبعض الأبحاث تأثير إيجابي على الحد من تلوث البيئة أو غير ذلك من المشاكل التي تعاني منها المجتمعات البشرية.

العلوم الكبيرة والعلوم الصغيرة:

لقد صاحب النمو العلمي الكبير نمواً في عناصر البحث العلمي كافة؛ ويشمل ذلك الكلفة المالية وحجم الأجهزة العلمية اللازمة وأعداد العاملين في النشاط البحثي. وقد بلغ نمو هذه العناصر في بعض فروع المعرفة إلى درجة استنفاذ قدرٍ من الأموال لا تستطيع توفيره معظم بلدان العالم مثل هذه الفروع من المعرفة تعرف باسم العلوم الكبيرة وتشمل بدرجة أساسية علم الجسيمات الأولية الذي يتعلق ببنية المادة وعلمي الفضاء والفلك. ونشير هنا إلى أنّ نمو الكلفة المالية أمرٌ يشمل "العلوم الصغيرة" أيضاً، فكلفة جهاز الرنين المغناطيسي أو الميكروسكوب الإلكتروني في نهاية هذا القرن يتجاوز بضعة مئات من آلاف الدولارات إلاّ أن هذه الأرقام تعد ضئيلة جداً مقارنة بكلفة الأبحاث في العلوم الكبيرة.

فكلفة تصميم وبناء بعض المسارعات الضخمة، كذلك الموجود في مختبر فيرمي وهو من النوع الدائري بالقرب من مدينة شيكاغو تجاوزت بضعة مئات من ملايين الدولارات ويبلغ قطره حوالي كيلو مترين وذلك في سبعينات القرن العشرين، أو كالمسارع الذي يبلغ طوله ٥٣ ميل في تكساس والذي تجاوزت كلفته ٤,٤ مليار دولار. وبطبيعة الحال فأن هذه الكلفة تفوق قدرة معظم بلدان العالم ولا

تقدر عليها إلاّ البلدان العملاقة. وفي علم الفلك تبلغ كلفـــة التلســكوبات الراديويـــة الضخمة، كذلك الموجود في مرصد آرسيو، بضعة ملايين من الدولارات. أمّا فـــي علم الفضاء فالكلفة المالية الســنوية قـد تتجـاوز بضعـــة آلاف، الملاييـــن مـــن الدولارات، وهذا الرقم لا يشمل أثمان الأجهزة والمركبات الفضائية. نعود الآن إلـى البحوث في "العلوم الصغيرة" حيث أنّ الباحث النشيط علمياً يحتـــاج إلـــى حوالـــي ٥٠٠٠ دولار أو أكثر سنوياً، بالإضافة إلى أثمان الأجهزة العلمية والتي تزيد كلفتـها باستمرار مع الزمن كما في الشكل:



الزيادة في الكلفة المالية لجهاز الرنين الغناطيسي NMR ما بين ١٩٥٠م–١٩٧٠م

نتائج العلوم الكبيرة

سنتناول الان البحث في النتائج التي ترتبت على الابحاث الكبيرة إن أهم ما ترتب عن الابحاث الكبيرة هو الكلفة المالية الهائلة لها. التي ذكرناها آنفاً، إلا أن هناك نتائج أخرى لا تقل أهمية للعلوم الكبيرة، ولعل أهم هذه النتائج "الأخرى" هي التالية:

١- التكنولوجيا العلمية

إن النمو المتسارع في مستلزمات العلوم الكبيرة من أجهزة ومعدات أدى إلى ظهور تكنولوجيا متخصصة في مجالات علمية عديدة. مثل: تكنولوجيا المغانط الكهربائية، وتكنولوجيا المسارعات (وهي بحد ذاتها أنواع عديدة وتتضمن مجالات عديدة)، وتكنولوجيا التلسكوبات، وتكنولوجيا الميكروسكوبات وتكنولوجيا أجهزة الرنين المختلفة... إلخ. وتعتمد هذه التكنولوجيا على معلومات علمية عالية المستوى ومتخصصات جدا، وتتميز بكونها غير منتجة؛ أي لا تنتج سلفا إستهلاكية وإنما تساعد العلماء حين قيامهم بالبحث العلمي. وتمتاز هذه التكنولوجيا أيضا بصغر سوقها، الأمر الذي يؤدي إلى احتكار إنتاجها، أي لا توجد شركات كثيرة تنتج كل نوع منها.

٢- العدد الكبير من الفنيين

إن عملية تشغيل الأجهزة العلمية اللازمة للأبحاث الكبيرة، وضبط المعدات المساندة لها (سواء كانت ميكانيكية أو إلكترونية) وعمل الصيانة الدورية يستلزم وجود أعداد كبيرة من الفنيين والمهندسين المهرة. ويعمل عادة هؤلاء الفنيين حسب نظام الورديات لضرورة الإشراف المستمر على عمل مثل هذه الأجهزة. إن مثل هؤلاء الفنيين، ذوي التخصصات الدقيقة (مثل الإلكترونيات، وخصائص المواد، وميكانيكية المسارعات، والضغط المتدني أو غير ذلك) لا يقومون أنفسهم بالبحث العلمي بالرغم من أن عملهم من مستلزمات البحث التي لا غنى عنها.

ومما ينبغي الالتفات إليه أن النتيجتين السابقتين تؤثران بصورة إيجابية على الصناعة "التقليدية" أو الانتاجية، أي التي تنتج سلعا استهلاكية. فمثلا فإن بعض أنواع تكنولوجيا المسارعات النووية، وهي تكنولوجيا كواشف الإشعاع، ساعدت على تطوير تكنولوجية الجرع الاشعاعية Radiation Pills. وكذلك فإن تكنولوجيا الفضاء ساعدت بشكل مباشر وكبير على تطوير علم المواد والذي يؤثر على العديد من الصناعات. أما الفنيون ذوي التخصصات الدقيقة والعاملون في مجال العلوم الكبيرة، فإنهم يفيدون الصناعة التقليدية في حال عملهم بها عن طريق كفاءاتهم عالية التخصص التي يكونون قد اكتسبوها من خبرتهم في العلوم الكبيرة وعن طريق استخدامهم للطريقة العلمية في معالجة المشاكل الفنية.

٣- الكفاءة العالية للاستخدام

إن الكلفة العالية لكل جهاز من أجهزة العلوم الكبيرة تقتضي كفاءات إستخدام عالية جدا لهذه الاجهزة. وعادة ما يسمح تصميم هذه الأجهزة بإجراء عدد من التجارب على نفس الجهاز في نفس الوقت (كما في المسارعات النووية الضخمة). وكذلك ما يكون استخدام هذه الاجهزة مبرمجا لوقت مستقبلي طويل (قد يمتد لسنة كاملة مثلا). وأحيانا يحتاج الباحثون لإجراء تعديلات على برنامجهم البحثي بصورة تتلائم مع معطيات الجهاز ومحدداته.

٤- الإدارة الجديدة

إن الاجهزة الكبيرة المستخدمة في الأبحاث الكبيرة تؤدي بصورة طبيعية إلى وجود مؤسسات بحثية كبيرة الحجم. وتشمل هذه المؤسسات عادة على مرافق الحياة الضرورية المختلفة مثل مطعم، وعيادة، وشعبة بريد، وشعبة بنك وصالات رياضية... الخ. هذا بالإضافة إلى المرافق الأكاديمية من مختبرات ومكتبة ومركز بيع كتب وغير ذلك. وبالتالي فإن هذه المؤسسات تظهر وكأن كل منها عبارة عن قرية قائمة بذاتها. وتحتاج مثل هذه المؤسسات إلى إدارة من نوع خاص: وهي الادارة العلمية. وذلك أن الهدف الأساسي لوجود هذه المؤسسات هو البحث العلمي،

وبالتالي يقاس نجاح المؤسسة بمدى نجاحها في البحث، لذا يكون النجاح في البحث العلمي هو هدف الإدارة العلمية للمؤسسة. وبالتالي على القائمين بأمر الادارة العلمية أن يكونوا على درجة عالية من الإحاطة بموضوع البحث العلمي الخاص بالمؤسسة. ونظرا لأن الإدارة العلمية ستستغرق كل وقت المدير العلمي" فإن هذا الإداري لن يجد متسعا من الوقت لمواصلة القيام بالبحث العلمي. وهنا تنشأ مشكلة تتعلق بالتوفيق بين القيام بالبحث العلمي – الذي يريده ويرغب به الباحث نفسه – وبين تكريس وقته للإدارة. والحقيقة أن على من يريد القيام بالإدارة العلمية الاختيار بين الأمرين إذ لا يمكن غالبا القيام بالأمرين معا. لذا تجد الذين يتولون مهام الإدارة العلمية من كبار السن من العلماء الذين يكونون على درجة من النضج العلمي والإحاطة بجوانب البحث من جهة ويكونوا قد تجاوزوا مرحلة النشاط العلمي التي لازمتهم أيام الشباب. وقلما تجد من بين الباحثين النشيطين من يرغب في الإدارة العلمية.

عمل الفريق

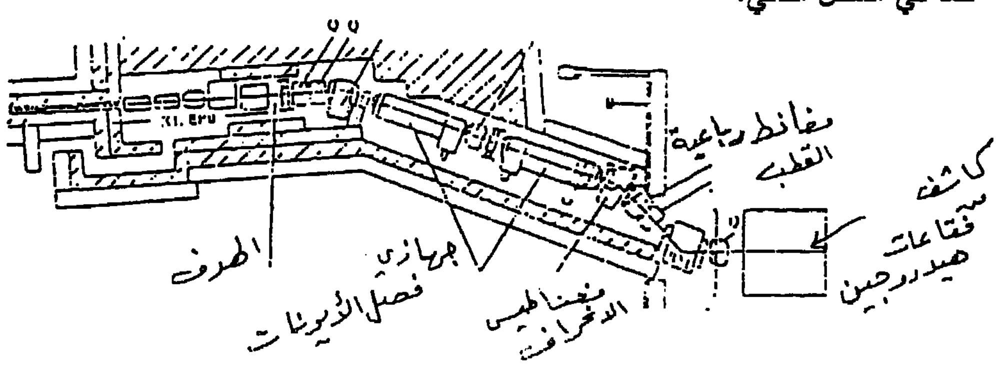
صحيح أن القرن التاسع عشر قد شهد عمل الفريق في البحث العلمي كما كانت الحال في الجامعات الألمانية وبالذات في مختبرات الكيمياء، إلا أن الأمر يختلف في حالة العلوم الكبيرة في النصف الثاني من هذا القرن العشرين. ذلك أن أعضاء الفريق العلمي خلال القرن التاسع عشر كانوا يتولون البحث في نفس المسألة العلمية كل منهم بصورة مستقلة تتناول كافة جوانبها، وبالتالي لم يكن عمل الفريق ضرورة من مستلزمات البحث ذاته. أما في الأبحاث الكبيرة فالأمر مختلف، ذلك أن كل باحث يقوم بجزء متخصص واحد من المسألة يكمل سائر الأجزاء التي يقوم بها باحثون آخرون، وبالتالي فعمل الفريق يعتبر ضرورة من مستلزمات البحث في العلوم الكبيرة. وهذا يعني أن الأبحاث الكبيرة أصبحت وكأنها صناعة

من الصناعات الضخمة حيث يختص كل فني بجانب منها، لذا تعرف هذه البحـــوث بالبحث المصنع Industrilized Research .

وعادة ما يمر البحث العلمي، في العلوم الكبيرة في المراحل الآتية قبـــل ان تنشر نتائجه على شكل ورقة بحث.

فالمرحلة الأولى هي تقديم مشروع البحث العلمي من قبل الفريـــق البـــاحث إلى اللجنة المسئولة عن المسارع النووي أو التلسكوب مثلا. وهذا أمـــر ضـــروري نظرا للكلفة الهائلة لمثل هذه الأجهزة وكذلك الكلفة العالية لتشغيلها (كلفة المســـارع الموجود في المجلس الأوروبي للأبحاث النووية تبلغ أكثر من ٢٠ جنيه اســـترليني في الدقيقة الواحدة). وقد تضطر مجموعتان أو أكثر للتعاون كفريق بحثي واحـــد إذا كانت المجموعتان قد قدمتا مشروعين متشابهيين وذلك حفاظا على الوقـــت الثميـــن للمسارع او التلسكوب.

أما المرحلة الثانية فتتكون من ضبط "الجهاز" وإعداده بـــالصورة الملائمـــة وهذه المرحلة قد تعني التصميم الدقيق أو توضيب معدات معقدة جدا، كمثل مغـــانط ضخمة لتركيز سير الجسيمات النووية، أو كواشف الإشعاع أو الثلاجات العلمية إلخ كما في الشكل التالي:



ومعظم المعدات المذكورة تتعلق ببعضها البعض ويسيطر عليها أوتوماتيكيـــا عن طريق الكمبيوتر. وهذه المعدات المفردة بحد ذاتها عبارة عن أجـــهزة كبـــيرة

ومعقدة وتحتاج إلى ضبط وإعداد وأحيانا تصنيعا كاملا. وتستلتزم هذه المرحلة التعاون الوثيق مع الطاقم الفني العامل في المسارع او المرصد الفلكي مثلا.

والمرحلة الثالثة عبارة عن اجراء التجربة. وهذه المرحلة قد تستغرق بضعة اسابيع وأحيانا أشهر من التشغيل المستمر للمسارع أو التلسكوب مثلا. وهذا يقتضي العمل بنظام الورديات من أعضاء الفريق الباحث للتأكد من عمل مكونات الجهاز المفردة بصورة جيدة نظرا للكلفة الهائلة "لوقت" الجهاز (٢٠ جنيه للدقيقة) وبالتالي لا تحتمل إمكانية إضاعته.

أما المرحلة الرابعة فهي تحليل النتائج، وهذه تشمل استخلاص "الأرقام" التي تمثل النتائج من أجهزة الرصد أو الكشف التي تتضمنها كمثل كواشف الاشعاع واللوحات الفوتوغرافية أو الكمبيوتر أو غير ذلك. وتشمل هذه المرحلة أيضا التعبير عن النتائج، الممثلة بأرقام، على شكل منحنيات بيانية أو جداول أو غير ذلك حسب طبيعة البحث ومقتضياته.

أما المرحلة الخامسة والأخيرة فعبارة عن "فهم النتائج" المعروضة بالاشكال أو الجداول المناسبة ضمن إطار نظري وكتابة هذا الفهم على شكل ورقة علمية كما في الشكل أدناه:

VOLUME 12, NUMBER 8 — PHYSICAL REVIEW LETTERS — 24 FEBRUARY 1964

OBSERVATION OF A HYPERON WITH STRANGENESS MINUS THREE*

V. E. Barnes, P. L. Connolly, D. J. Crennell, B. B. Culwick, W. C. Delaney, W. B. Fowler, P. E. Hagerty,† E. L. Hart, N. Horwitz,† P. V. C. Hough, J. E. Jensen, J. K. Kopp, K. W. Lai, J. Leitner,† J. L. Lloyd, G. W. London,† T. W. Morris, Y. Oren, R. B. Palmer, A. G. Prodell, D. Radojičić, D. C. Rahm, C. R. Richardson, N. P. Samios, J. R. Sanford, R. P. Shutt, J. R. Smith, D. L. Stonehill, R. C. Strand, A. M. Thorndike, M. S. Webster, W. J. Willis, and S. S. Yamamoto

Brookhaven National Laboratory, Upton, New York

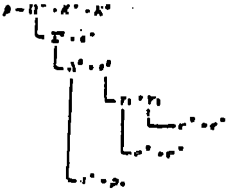
(Received 11 February 1964)

It has been pointed out[1] that among the multitude of resonances which have been discovered recently, the $N_{3/2}^*(1238)$, $Y_1^*(1385)$, and $\Xi_{1/2}^*(1532)$ can be arranged as a decuplet with one member still missing.[2] Figure 1 illustrates the position of the nine known resonant states and the postulated tenth particle plotted as a function of mass and the third component of isotopic spin. As can be seen from Fig. 1, this particle (which we call Ω^-, following Gell-Mann[1]) is predicted to be a negatively charged isotopic singlet with strangeness minus three.[3] The spin and parity should be the same as those of the $N_{3/2}^*$, namely, $3/2^+$. The 10-dimensional representation of the group SU_3 can be identified with just such a decuplet. Consequently, the existence of the Ω^- has been cited as a crucial test of the theory ...

length of ~10^6 feet. These pictures have been partially analyzed in search for the more characteristic decay modes of the Ω^-.

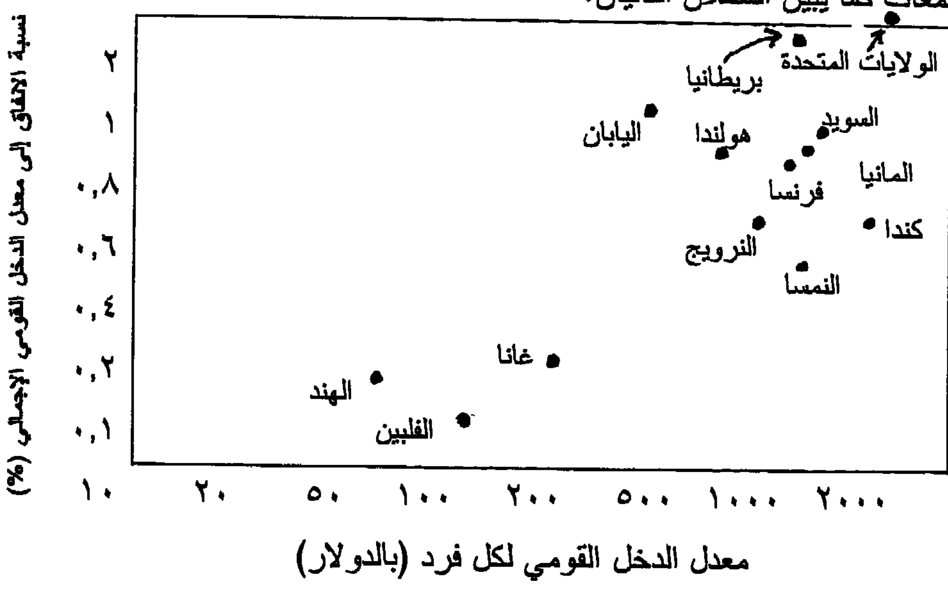
The event in question is shown in Fig. 2, and the pertinent measured quantities are given in Table I. Our interpretation of this event is

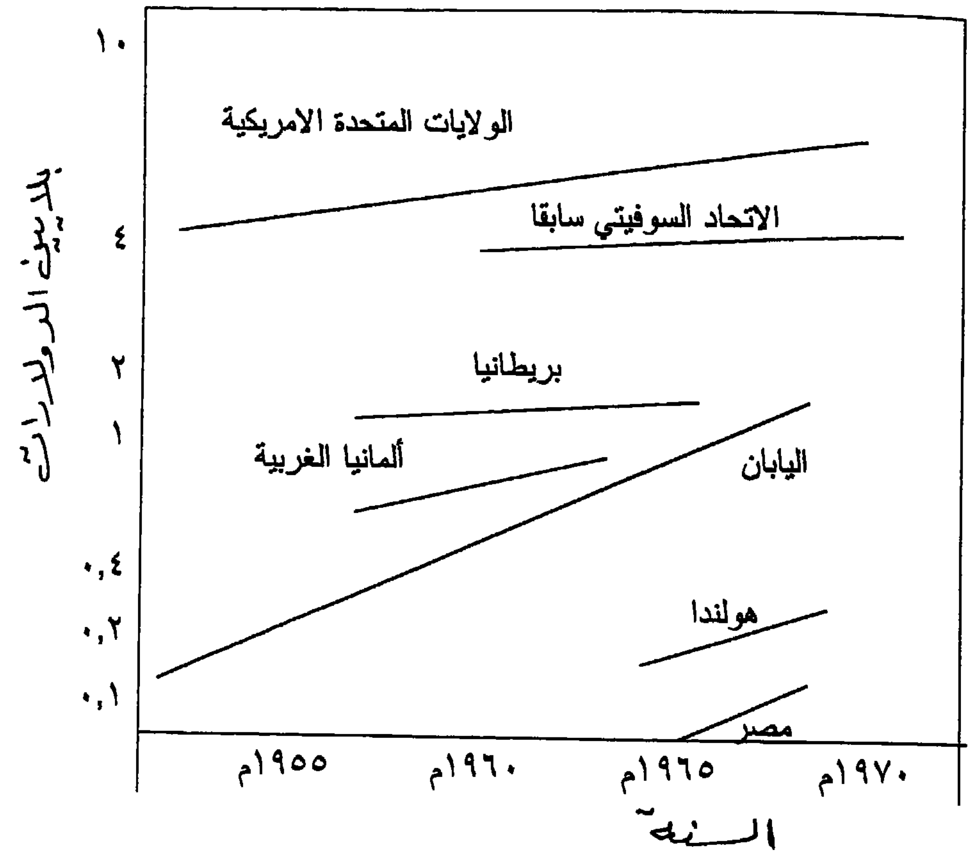
$$K^- + p \rightarrow \Omega^- + K^+ + K^0$$



تمويل البحث العلمي:

يتم تمويل البحث العلمي بأنواعه كافة من المجتمع ويتم تحديد كيفية التمويل هذا عن طريق سياسة العلم والتكنولوجيا التي تختلف من مجتمع لآخر. بيد أن تمويل البحوث الاستراتيجية يتم عن طريق مؤسسات حكومية في جميع المجتمعات دونما استثناء، وكذلك الحال في البحوث التطويرية إذ يتم القيام بها داخل الشركات الصناعية في جميع البلدان. أما سائر البحوث فتختلف قنوات التمويل في المجتمعات المختلفة، ففي البلدان الأوروبية المختلفة يتم تمويل البحوث بصورة رئيسية من قبل مؤسسات حكومية متخصصة بينما يتم ذلك في الولايات المتحدة الأمريكية عن طريق الشركات والمؤسسات الصناعية بالإضافة إلى بعض المؤسسات الحكومية مثل مؤسسة العلوم القومية NSF. ويتم القيام بالبحث العلمي، إمّا داخل مراكز بحية تابعة لهذه المؤسسات أو من قبل باحثين في الجامعات يحصلون على التمويل اللازم من المؤسسات المذكورة أعلاه. ويختلف مقدار تمويل البحوث باختلاف المجتمعات كما يبين الشكلان التاليان:





الإنفاق على البحث والتطوير في البلدان المختلفة

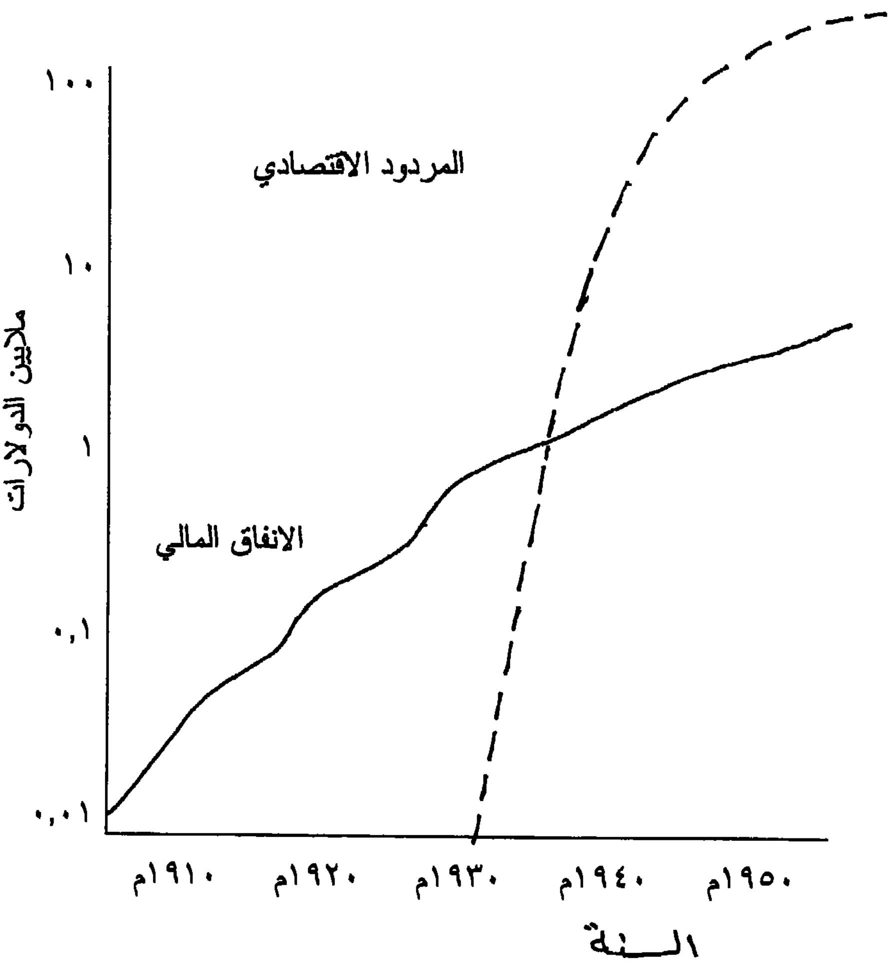
ويمثل الجدول التالي تقديراً للموارد المالية المخصصة للبحوث والإنماء في بعض البلاد العربية ممثلةً لبلدان العالم الثالث، مقتبسة من كتاب العلم والسياسة العلمية في الوطن العربي لأنطوان زحلان:

البلد	الإنفاق الوطني على البحث والتطوير بملايين الدولارت الأمريكية		النسبة المئوية للبحث والتطوير من الناتج القومي الإجمالي	
	١٩٦٥	١٩٧٦	١٩٧٣	١٩٧٦
الأردن	٠,٠٥ – ٠,١٧	٦,٥	٠,٣١	٠,٥٢
الجزائر	٤–٦ (١٩٦٦)	٢,٦	٠,١٣	٠,٠٢
الجمهورية العربية السورية	–	٧,٣	–	٠,١٤
العراق	(أ) ٠,٥ – ٠،٧	٩٠,١	٠,٢٥	٠,٦٥
عُمان	–	١,٢	–	٠,٠٧
الكويت	٠,٢٥ – ٠،٥	٤٥,٨	٠,٠١	٠,٣٠
لبنان	١–٢,٧	٥,٧ (١٩٧٤)	٠,٤٠	٠,١٧
مصر	–	٨٥,٥	٠,٨٣	٠,٨٩
المغرب	–	١,٥	–	٠,٠٢

وينبغي ملاحظة أن هذه الأرقام لا تقتصر على الأنفاق البحث وإنما تتضمن الأمور الإنمائية وسائر المشاريع كإنشاء الطرقات والمستشفيات والمصانع مثلا.

المردود الاقتصادي للبحث العلمي:

لا شك أن هناك مردوداً اقتصادياً للبحث العلمي ولو أن العلاقة بين هذا المردود والبحث ليست علاقة سهلة ومباشرة وخاصة في حالة البحوث الأساسية والتطبيقية، أمّا في حالة البحوث التطويرية فهذه العلاقة أكبر مباشرة ويسراً. فقد تنفق ملايين الدولارات على بحث تطبيقي معين سنوياً ولا يتأتى للمجتمع أن يجني مردوداً اقتصادياً قبل مضي بضعة أعوام أو بعضة عشرات من الأعوام. ويبين الشكل التالي العلاقة بين الإنفاق المالي على البحوث الزراعية المتعلقة بالحنطة المحسنة في الولايات المتحدة وبين المردود الاقتصادي الناتج:



نلاحظ أن المردود الاقتصادي للبحث العلمي ليس مجزيا بشكل عام على المدى القصير وإنما يعد مجزيا وبدرجة كبيرة على المدى البعيد.

الفصل العاشر

البحث العلمي: قيمته وأهميته

من الممكن تصنيف البحث العلمي بناء على الهدف من وراء القيام به الى ثلاثة اقسام أساسية هي:

١) البحث العلمي الاساسي

٢) البحث العلمي التطبيقي

٣) البحث العلمي التطويري

وقد يحلو للبعض إضافة قسم رابع وهو البحث الخدماتي إلا أننا لن ندرجه في هذا التصنيف لأنه يدخل في موضوع الصناعة والخدمات القائمة فعلا وليس في نطاق البحث العلمي.

البحث العلمي الأساسي

يهدف الباحثون في هذا النوع من الأبحاث إلى فهم ظاهرة محسوسة أو تفسيرها دون النظر إلى مردود تطبيقي متصل بفهم هذه الظاهرة أي دون النظر إلى أمور، تتصل بالبحث أو بفهم الظاهرة، ذات صلة بحياة الانسان. ومن أمثلة الأبحاث العلمية الأساسية الفيزياء الفلكية، إذ أن الغاية منها هو مجرد فهم أجزاء الكون الذي نعيش فيه وفهم مكوناته. وكذلك أبحاث الفيزياء المتعلقة بمكونات المادة الاساسية، أي الجسيمات الأولية فهي ابحاث أساسية. وفي علم الحياة فإن أبحاث علم الحياة الجزئيى المتعلقة بالمكونات الأساسية للخلية الحية تعد شكل عام أبحاثا

أساسية ومن الأبحاث الأساسية أيضا الأبحاث المتعلقة بتصنيف الكائنات الحية. وفي علم الرياضيات فإن أبحاث التوبولوجيا والهندسة الإقليدية ومعظم فروع الجبر الحديث هي أبحاث أساسية. أما في علم الكيمياء فإن أبحاث دالتن مثلا بخصوص التفاعلات الكيميائية تعد أبحاث أساسية وكذلك ابحاث باولينج المتعلقة بالروابط الكيميائية حيث أنها أساسية أيضا.

البحث العلمي التطبيقي

في هذا الصنف من الأبحاث يهدف العلماء، من وراء قيامهم بالبحث العلمي، إلى اكتشاف أوجه من الإستفادة العملية من فهمنا لظواهر محسوسة معينة. ومن أمثلة ذلك في الفيزياء كثير من الأبحاث المتعلقة بالخصائص الفيزيائية للعديد من المركبات والمواد، كالسيليوم وتيليوريد الكادميود أو السيليكون أو غير ذلك من المواد. ذلك أن الهدف الكامن وراء إجراء معظم الأبحاث المذكورة أعلاه هو الاستفادة من فهمنا لخصائص تلك المواد لتسهيل الاستفادة منها في أغراض عملية تطبيقية، أو لإزالة بعض العقبات التي تعترض هذه الاستفادة. ومثال ذلك مادة أيوديد الزئبق HgI_2 ، حيث اكتشف العلماء في السبعينات من هذا القرن إمكانية استخدامها ككاشف للاشعة السينية وأشعة جاما ذات الطاقة المنخفضة وتكمن ميزة هذا الكاشف في صغر حجمه من جهة وفي عدم الحاجة إلى تبريده لدرجات حرارة منخفضة حين استخدامه ككاشف من جهة أخرى. وما أن تبينت لدى العلماء هذه الإمكانية حتى ظهرت إمكانية الاستفادة من الكاشف الإشعاعي في التشخيص الطبي وذلك باستخدامه كقرص إشعاعي Radiation Pill. إلا أن الدراسات التفصيلية بينت أن هناك عقبات تحول دون الاستخدام الفعال لهذه المادة ككاشف وبوجه خاص أن فعالية المادة ككاشف تقل بسرعة مع الزمن من لحظة تزويدها بالجهد الكهربائي اللازم لعمل الكاشف حتى تصل الفعالية إلى الصفر وهذه الظاهرة المتعلقة بنقصان الفعالية مع الزمن تسمى خاصية الاستقطاب، عندها انصبت جهود

العلماء على دراسة هذه الخاصية وما ان مضت بضعة سنين حتى كان عدد الأبحاث المنشورة في الدوريات العلمية والمتعلقة بهذه المادة يربو على مائة بحث. وفي الكيمياء الأبحاث المتعلقة بالكيمياء العضوية والأبحاث المختلفة في الكيمياء التحليلية وكذلك الأبحاث المتعلقة بالكيمياء الحيوية معظم هذه الأبحاث تعد أبحاثا تطبيقية. أما في علم الحياة فنكتفي بذكر الأبحاث الوراثية التي تتعلق بتحسين الصفات الوراثية للكائنات الحية، سواء حيوانية كانت أو نباتية، أي ما يعرف بالهندسة الوراثية، كأمثلة على الأبحاث.

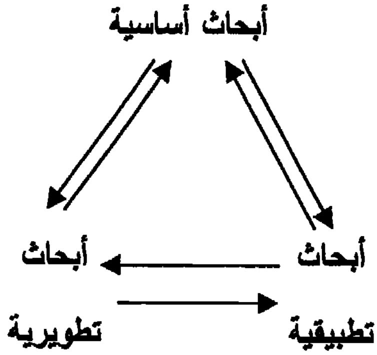
البحث العلمي التطويري

يهدف العلماء، في هذا النوع من الابحاث، إلى تطوير صناعة قائمة فعلا سواء كان هذا التطوير بالعمق أو الاتساع. ويقصد بالعمق تحسين دقة أو فعالية المنتج الصناعي، أما الاتساع فيقصد به تنويع منتجات الصناعة. وهذا النوع من الأبحاث يصاحب جميع أنواع الصناعة المعاصرة، بحيث أنه يعد إحدى السمات البارزة لها.

ويجدر الانتباه إلى أن هذه الأصناف من الأبحاث الأساسية والتطبيقية والتطويرية قد تتداخل بحيث لا يكون التمييز واضحا بينهما، فالأبحاث المتعلقة بأبوديد الزئبق المشار إليها آنفا قد تتعلق بأمر جزئي أساسي ولكنه مرتبط بأمر كلي يخدم الغاية التطبيقية، فمثلا قد يقوم الباحث بدراسة خصائص ضوئية او العازلية الكهربائية لهذه المادة ويحاول فهم ما يلاحظه من ظواهر على مستوى التركيب الذري أو الجزئي أو على مستوى توزيع الشحنات واستقطابها في الجزيء أو حركة الالكترونات وغير ذلك. وقد يكون اهتمام الباحث كما هو الحال غالبا، متجه لفهم هذه الظواهر دون النظر، أو حتى دون الانتباه إلى أو معرفة الجوانب التطبيقية للبحث الجزئي الذي يقومون به، وبالتالي تكون ابحاثهم أساسية من هذه الناحية، ذلك انه نظرا لتشعب البحث العلمي باستمرار فقد يكون البحث العلمي تطبيقيا في

بادئ الأمر ثم يتشعب ويتجزأ بحيث تتولد عنه أبحاثا أساسية. وعكس هـذا الأمـر أيضا ممكن الحصول، فقد يكون البحث العلمي أساسيا في بادئ الأمر ثـم يتشـعب بصورة طبيعية لتتولد عنه أبحاثا تطبيقية كما هو الحال في بعض الأبحاث النوويـة وكثير من الأبحاث المتعلقة بعلم الحياة الجزئي وكثير من جوانب أبحـاث الليـزر. فالأبحاث النووية نشطت في ثلاثينات هذا القرن- حين اكتشاف شـادويك لوجـود النيوترون عام ١٩٣٢ وافترض هيزنـبرغ أن النـواة تتكـون مـن البروتونـات والنيوترونات بعد ذلك بقليل في نفس العام. حينذاك كان اهتمام العلمـاء بالدرجـة الأولى منصبا على فهم طبيعة القوى التي تربط بين مكونات النواة، أي البروتونـات والنيوترونات وعلى فهم خصائص هذه القوة وكذلك كان العلماء يحاولون استكشـاف كيفية ترتيب هذه المكونات لتكون النواة، أي التركيب النووي. ولم يكن يخطر علـى بال العلماء أية إمكانية تطبيقية لمثل أبحاثهم تلك، أو كنتيجة لفهمهم للقوى النوويـة أو التركيب النووي، وبالتالي تلك الأبحاث كانت أساسية تماما، إلا أنه مع اكتشـاف الانشطار النووي عام ١٩٣٩ من قبل هان وستراسمان Hahn and Strassmann ونتيجة لموافقة ذلك التاريخ لبداية الحرب العالمية الثانية وظهور حاجة للبحث عـن أسلحة جديدة فقد توجهت الاهتمامات إلى إمكانية استثمار تفاعل الانشطار النـووي لتطوير أسلحة جديدة، وفعلا نجح العلماء في ذلك، وكان ذلك مؤذنا بظهور مصـدر جديد للطاقة، وهو الطاقة النووية وما أن مضت عشرة أعوام حتى كـانت الطاقـة النووية مدار حديث الأوساط العلمية والثقافية عامة. والآن عمت استخدامات هـذه الطاقة في مجالات الحياة كافة، في السلم وفي الحرب، إذ تستخدم الطاقـة لتوليـد الكهرباء في المفاعلات النووية، وفي توليد الدفع الصاروخي للمركبات الفضائيـة، وتستخدم الطاقة النووية بأساليب أخرى عدا عن الانشطار النـووي فـي الزراعـة والصناعة والطب وسائر مجالات الحياة. وبطبيعة الحال ما كان لهذه التطبيقـات أن تظهر أو أن تستمر لولا الأبحاث النووية الموجهة لتلك الغايات التطبيقيـة أي لـولا الأبحاث النووية التطبيقية. وكذلك الحال في علم الحياة الجزئي، فقد بدأت الأبحـاث

أساسية وانتهت لتصبح أجزاء كبيرة من الأبحاث التي يقـــوم بـــها علمـــاء الحيـــاة الجزيئي تطبيقية، ونتج عن ذلك علم الهندسة الوراثية. نفس الظاهرة نلاحظها فـــي الأبحاث المتعلقة بالانبعاث المحرض للاشعاع، أي الليزر فقد بدأت هـــذه الأبحـــاث أساسية تماما في نهاية الخمسينات والان تشمل تطبيقاته شتى نواحي الحياة. وكذلـــك تتداخل الأبحاث الأساسية مع التطويرية والأبحاث التطبيقية مـــع التطويريـــة كمـــا يوضح الشكل:



قيمة العلم

نود الآن أن نوضح قيمة البحث العلمي التي يسعى لتحقيقها العـــالم خـــلال قيامه بالبحث والتي يأمل المجتمع أن يجنيها من وراءه. فمن المعلـــوم أن البحـــث العلمي المعاصر يقتضي اكثر من أي وقـــت مضـــى التخصـــص الدقيـــق، أي أن يستوعب العالم جملة ما هو معلوم في فرع صغير من فروع المعرفة ثم يحـــاول ان يتقدم في هذا الفرع بضعة خطوات للامام، ومن المعروف أيضا أن البحث العلمـــي يستنفذ أموالا وجهودا مبدعة طائلة من المجتمع الإنساني، لذا كان من الطبيعـــي ان يتساءل الكثيرون داخل "واحة العلم" وخارجها عن ثمرة هذا العلم وقيمتـــه. ولعلنـــا نستطيع أن نذكر القيم التالية للعلم:

١- القيمة الروحية

وتعني هذه القيمة أن العلم يساعد في البحث عن معنى للحياة وذلـــك عـن طريق تمحيص العلاقات بين فروع العلم المختلفة ورؤية أوجه تكاملـها وتناسـقها. فهذه القيمة موجودة للعلوم بمجملها وليست لعلم ما بمفرده. ويقصد ذلك البحث فـي إجابات عن أسئلة من نوع: ما هذا الكون؟ ومم يتكون؟ ومن اين أتـى؟ ومـا هـو مصيره؟ ما هو أصل الحياة؟ وما الهدف منها؟ وما هو مصيرها؟

أنظر إلى كلام أبي الريحاني البيروني بخصوص النظر في هـذا المعنـى بخصوص الهندسة: "ثم نرتقي بواسطة التدريب بها (أي بالهندسـة) مـن المعـالم الطبيعية إلى المعالم الالهية، التي تمتنع لغموض معانيها، وصعوبة مأخذها، ودقـة طرائقها، وجلالة أمرها، وبعد تصورها، عن أن تنقاد لكل أحد، أو يدركها من عـدل عن سنن البرهان..."

وانظر إلى شرودنجر العالم الفيزيائي المشهور إذ يقول: "لقد ولدت في بيئـة ولا أعلم من أين جئت ولا أين جئت ولا أين أمضي ولا من أنا. هذه حالي كحـال كل فرد منكم. ولا تفيدني شيئا معرفة أن كل إنسان عاش أو سوف يعيش في مثـل هذه الحال دائما. وكل ما يسعنا ملاحظته في صدد هـذا السـؤال الملـح المتعلـق بالأصل والمصير إنما هو هذه البيئة الحاضرة. ومن هنا نشأ سبب شوقنا الشديد إلى معرفة ما نستطيع معرفته عن شأن هذه البيئة، ذلكم هو العلم والثقافـة والعرفـان، وذلكم هو الينبوع الحقيقي لكل جهد فكري يقوم به الانسان فنحن نحاول أن نكتشـف ما نستطيع كشفه من المحيط المكاني والزماني حيث قذفنا فيه بنا ميلادنا ونجد فـي هذا الجهد بهجة ومتعة كبيرة (ألا يمكن ان تكون تلك هي الغاية التـي مـن أجلـها وجدنا هنا؟).

وتتضمن هذه القيمة بعد ذلك رؤية مظاهر الخلق والإبـداع فـي ظواهـر الكون المختلفة سواء منها ما تعلق بالحياة أو بالجمادات، والتدرج عندئـذ للتوصـل

إلى أقصى غايات المتعة وألذها؛ وهي الشعور بتمام الرضا للتوصل إلـــى إجابــات ترضي العقل وتطمئن القلب لأسئلة كثيرة من النوع السابق.

ومن العلماء المعاصرين الذين انتبهوا إلى القيمة الروحيـــة مـــايكل هوكـــر رئيس جامعة مريلاند الأمريكية السابق الذي يقرر بأن حالة مـــن العبثيـــة التـــي لا طائل ورائها قد نتجت عن الاكتفاء الموفور من الطاقة (فـــي البــلاد الصناعيـــة). ويقصد بذلك أن الناس يعيشون في حالة لا يجدون في ظلها شيئا يعيشون من أجلـــه ولا يلتزمون به في حياتهم، ومن ثم فهم لا ينشغلو بأي نشاط له قيمة أو مغـــزى إذ لن يكون لديهم حسن المعنى الهادف فيما يعملون او يكسبون. وينتج عن ذلك، فـــي البلدان الصناعية، تفشي المخدرات وزيادة نسبة الانتحار بيـــن المراهقيـــن والقلـــق والغربة بين الشباب. ولذلك نجد أن هوكر قد طرح عام ١٩٨٥م في مؤتمر حـــول الجامعات في القرن الحادي والعشرين قضية دور الجامعـــة فـــي إعـــداد الطـــلاب لمواجهة عالم متغير إذ قال حينها:

"إن التحدي الحقيقي هو طرح ميتافيزيقا (أو افكار فلسفية تعلو على المســـائل المادية البحتة)، بحيث يستند إليها تصورنا للكون ولدورنا فيـــه، وكذلـــك مفـــهومنا لطبيعة الحياة وطبيعة الأفراد. صحيح ان هذه المسائل ألصق ما تكون بالدين، ولكـــن لا مناص من أن تنشغل بها الجامعات في القرن القادم".

يستمر هوكر قائلا:

نحن بحاجة إلى التفكير فـــي الميتافيزيقـــا (بعيـــدا عـــن المـــادة والحيـــاة الاستهلاكية) علينا أن نواجه تساؤلات على نطاق واسع لم نشهده من قبل تســـاؤلات من قبيل:

* ما الذي يجعل الحياة جديرة بأن نحياها؟
* ما قيمة الحياة وما جدواها ومغزاها؟

* ما هي غاية البشر من الحياة؟

٢- القيمة المعنوية

وتعني هذه القيمة إشباع الفضول الذاتي للعالم الباحث ورفع معنوياته نتيجة لإشباعه هذا وكذلك تعني رفع معنويات المجتمع الذي ينتمي إليه العالم بأكمله من جهة أخرى. ولا يخفى ما لهذه القيمة من أثر في رفعة العالم وعزته والشعور بالكرامة والرقي النفسي وكذلك الحال بالنسبة لمجتمعه. وعادة ما تهدف الأبحاث الفضائية - في جزء مما تهدف إليه - إلى تحقيق هذه القيمة، وكذلك الأمر في الأبحاث المتعلقة بتركيب المادة وفهم أسرارها أو الأبحاث الفلكية التي تسبر أغوار الكون. وهذا المردود المعنوي يعتبر اكبر بكثير من الكلفة المالية الهائلة للأبحاث المذكورة.

٣- القيمة التكنولوجية التطبيقية

وتحقيق هذه القيمة يتأتى عن طريق التطبيقات التقنية للعلم والتي تشمل كافة جوانب الحياة في السلم والحرب. ولا شك أن هذه التطبيقات تؤدي، في حال حسن استخدامها، إلى تسهيل حياة الإنسان وتيسير إشباعه لمستلزمات حياته كمّا وكيفا. وهذه القيمة هي التي تتبادر إلى ذهن الإنسان العادي، أي "بادي الرأي" عندما يواجه بالسؤال المتعلق بقيمة العلم، وهي القيمة الأقرب منالا والأكثر وضوحا من القيم السابقة ولو أنها ليست أكثرها أهمية. أمثلة تحقيق هذه القيمة عديدة وذلك لأنها تشمل كافة جوانب الحياة؛ فتقصير الزمن أو تقريب المسافات عن طريق وسائل المواصلات والاتصالات المختلفة وسرعة إنجاز الأعمال والحسابات عن طريق الحاسوبات والروبوتات المختلفة والانترنت، واستغلال مواد الأراضي الأولية بما ينفع الناس كل ذلك أمثلة بسيطة على ذلك.

أهمية العلم والتكنولوجيا

لا شك أن التقدم الهائل والنمو السريع للمعرفة العلمية المعاصرة قد أدى إلى ضرورة التخصص الدقيق، بمعنى ضرورة معرفة كل ما يمكن معرفته في فرع ضيق ثم محاولة توسيع هذا الفرع. ومما هو واضح أيضا أن هذا التخصص الدقيق يستنفد أموالا طائلة وجهودا مبدعة هائلة من المجتمع والتي تلزم للجوانب الحياتية المختلفة بصورة متوازنة، وذلك كالجوانب الاجتماعية والاقتصادية والسياسية وغير ذلك. لذا فان استقطاب استنفاد الأموال والجهود في ناحية واحدة يكون على حساب جوانب أخرى للحياة في المجتمع ويكون بالتالي ينتج خللا في التوازن المفترض وجوده في الإنفاق على الجوانب الحياتية المختلفة. هذا الأمر يستلزم ضرورة وضع أولويات يتم بموجبها التخطيط السليم للبحث العلمي بصورة تلبي حاجات المجتمع وتقود إلى الأهداف العليا التي يسعى المجتمع بأكمله لتحقيقها. وهذا الأمر أيضا يستلزم معرفة الموقع الذي ينبغي للعلم والتكنولوجيا أن يحتلاها في المجتمع والأهمية الواجب إعطاؤها لهما. وقد اختلف العلماء والمفكرون عموما في أهمية العلم والتكنولوجيا وموقعهما بالنسبة للمجتمع البشري وذلك لتداخل التكنولوجيا المعاصرة في شتى مرافق الحياة من جهة وللاختلاف الفطري بين الناس في إدراك الأمور وتصورها من جهة أخرى. ولعلنا نستطيع حصر وجهات النظر المختلفة حول أهمية العلم والتكنولوجيا في النظرات الأربع التالية:

أما أصحاب النظرة الأولى فيرون بأن أهمية العلم والتكنولوجيا إنما تكمن في الجوانب التطبيقية لهما والتي تؤدي إلى تسهيل إشباع الإنسان لحاجاته وغرائزه العضوية وبالتالي يرى هؤلاء أنه ينبغي التركيز على الأبحاث التطبيقية والتطويرية فقط دون الأساسية. والحقيقة أن هذه النظرة خاطئة ذلك إن الأبحاث العلمية الأساسية لا غنى عنها لتقدم الأبحاث العلمية التطبيقية والتطويرية فالأنواع الثلاثة من الأبحاث متداخلة كما بينا عند الحديث عنها. ليس هذا فحسب وإنما تعتبر

الأبحاث الأساسية من مستلزمات وجود الأبحاث التطبيقية والتطويرية أيضا، وهذا الأمر عام وواضح من استقراء شتى أنواع الصناعات كما في الأمثلة التالية:

١- الصناعات الإلكترونية وصناعة الاتصالات

من الواضح أن هذه النوع من الصناعات ما كان له أن يتطور لولا الاستناد الموسع على نتائج فيزياء الحالة الصلبة، وخاصة تلك المتعلقة بسلوك الإلكترونات في أشباه الموصلات وكذلك على نتائج النظرية الكهرومغناطيسية وفهم سلوك الإلكترونات في الظروف المختلفة. وكل ذلك يعتمد أساسا على تطور ذلك الفرع من الفيزياء المعروف باسم النظرية الكمية، وهذه جميعها معارف علمية أساسية ليس لها صلة بحاجات الناس وواقع مجتمعهم بالرغم من أن الصناعات الإلكترونية تستلزم هذه المعارف لوجودها وتطورها. فلنتأمل كم سيكون موقف الإنسان سخيفا قبل بضعة عشرات من السنين لو أهمل الاهتمام بهذه الأبحاث مستندا للحجة المذكورة أعلاه، عندئذ من أين له أن يطور كافة أشكال الصناعات الإلكترونية التي دخلت حياة الإنسان والمجتمع من أوسع أبوابها وفي كافة مجالاتها، وبالتالي يسرت على الإنسان سبل حياته في هذه المجالات. كأمثلة بسيطة نمطية للصناعات الإلكترونية، نذكر الحاسبات الإلكترونية، الرادار، سبل الاتصالات، التلفزيونات، المكيفات، وهلم جرا...

٢- صناعات النقل

وتشمل هذه الصناعات السيارات والبواخر والقطارات والطائرات والصواريخ عابرة القارات والمركبات الفضائية. وقد يبدو لأول وهلة أن بعض هذه الصناعات، وبالذات السيارات والقطارات والبواخر أصبحت تقليدية وغير ذات صلة بالأبحاث العلمية الأساسية. إلا أن إمعان النظر يبين انه حتى هذه الصناعات بالرغم من أنها فعلا أصبحت تقليدية أو كلاسيكية ومعروفة إلا أن تطورها ما زال وثيق الصلة الأبحاث العلمية الأساسية. فمثلا تجري الأبحاث الأساسية لتطوير

الوقود المستخدم في السيارات وإمكانية استخدام الطاقة الشمسية أو الوقود الغـازي. من الطبيعي أن هذه الأبحاث تطويرية أو في أعلى درجات الأبحـاث التطبيقيـة إلا أنها مرتبطة بالأبحاث الأساسية، فمثلا يجري العمل لفهم خصائص المواد الممكـن استخدامها، من حيث المبدأ، كخلايا شمسية، وكذلك من يدري ماذا ستكون سـيارة المستقبل نتيجة لتطور بعض العلوم الأساسية المتعلقة بالطاقة أو خصائص المـواد؟ أما القطارات فقد اصبح واقعا أمر تصنيع قطارات طائرة تسير بسرع تفوق سـرعها ٧٠٠كم/ساعة تعتمد على القوى المغناطيسية لرفعها عن قضبان سكك الحديـد. ولا شك أن استمرار تطور فهم الإنسان للمجالات المغناطيسية وسلوك المادة تحت تـأثير المجالات المغناطيسية القوية سيمكن من التطوير الأمثل لمثل هذه التطبيقـات أمـا البواخر فان الأبحاث الأساسية تدخل في مجال الوقـود المسـتخدم مـن جهـة أو توجيهها أو صناعة الغواصات أو غير ذلك. فمن حيث الوقود فقد تؤدي الأبحـاث الأساسية إلى تطويرات غير متوقعة في هذا المجال وكذلـك الأمـر فـي مجـال التوجيه، أما في صناعة الغواصات فالأبحاث الأساسية وثيقة الصلة بأنواع الوقـود أو وسائل توجيه أو قوة هياكلها لضغط الماء الهائل عليها. أما وسائل النقـل غـير التقليدية تماما كالطائرات بأنواعها والصواريخ عابرة القارات والمركبات الفضائيـة فحدث عن ضرورة الأبحاث الأساسية ولا حرج، سواء كان ذلك من جهة الوقود أو التوجيه أو المواد المكونة لها أو غير ذلك.

٣- الصناعات النووية

وذلك للاستفادة من الطاقة النووية في الأغراض الحياتية المختلفة للإنسـان والمجتمع سواء في السلم أو في الحرب هنا أيضا الصلة وثيقة بين الأبحاث العلميـة الأساسية وتطوير هذا النمط من الصناعات. يكفي العلم أن العلماء يأملون باسـتخدام حزم من جسيمات النيوترينوات، وهي جسـيمات نوويـة كوسـيلة مـن وسـائل الاتصالات اللاسلكية.

وكذلك يستخدم العلماء حاليا كثيرا من الإشعاعات النووية غير التقليدية في علاج الكثير من الأمراض ومن بينها بعض حالات السرطان، هذا عدا عن أن تطوير صناعة المفاعلات النووية يستلزم القيام بالكثير من الأبحاث العلمية الأساسية كتلك المتعلقة بالتشويه الإشعاعي للمواد الناتج عن النيوترونات. وبالتالي يظهر بوضوح خطأ هذه النظرة ومدى بعدها عن الحقيقة.

أما النظرة الثانية فتتلخص في أن العلم والتكنولوجيا، في محصلتهما الكلية، لم يؤديا إلا إلى شقاء الإنسان وتعاسته، وبالتالي ينبغي عدم الاهتمام بهما والعودة إلى أنماط الحياة البسيطة والطبيعية، ويبني ذوي هذه النظرة قناعتهما هذه على أن العلم والتكنولوجيا أديا إلى مصادر شقاء الإنسان المعاصر الأساسية التالية:

١- تلوث البيئة بأشكاله المختلفة.

٢- مكننة حياة الإنسان وإهدار القيم الإنسانية والروحية والتركيز على القيم المادية.

٣- استخدام العلم والتكنولوجيا في الحرب ومعداتها وخاصة في الأسلحة النووية مما أدى إلى أن يرزح الإنسان المعاصر تحت وطأة الكابوس النووي.

وسنتحدث ألان عن هذه المصادر بشيء من التفصيل:

١) تلوث البيئة

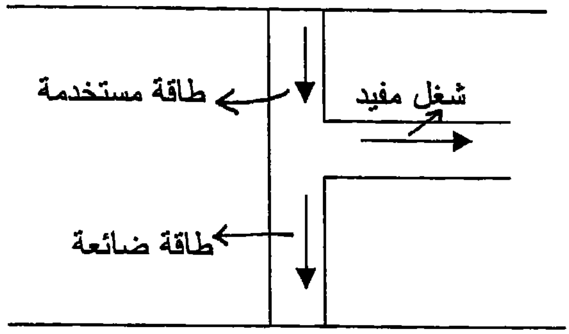
ويقصد بتلوث البيئة أيّ إخلال بالتوازن والتلاؤم الموجود بين مكونات البيئة. ذلك إن الله سبحانه وتعالى جعل الارض، ببيئتها وغلافها الجوي ومكوناتها، ملائمة للحياة بكافة أشكالها فهي أشبه بالمهد للطفل الذي يكون ملائما لراحته.. انظر إن شئت إلى قوله تعالى:

"الذي جعل لكم الأرض مهادا وسلك لكم فيها سبلا وأنزل من السماء ماء فأخرجنا به أزواجاً من نبات شتى كلوا وارعوا أنعامكم، إن في ذلك لآيات لأولي النهي".

لذلك فأي خلل بملائمة، أي شيء في بيئة الإنسان، لسائر مكونات البيئة وعدم تناغمه معها يعتبر تلوثا. فمثلا تركيب الغلاف الجوي ملائم لحياة الكائنات الحية من حيث نسب ثاني أكسيد الكربون والأكسجين الموجودة فيه، وكذلك شدة الضوء الساقط من الشمس وامتصاص الأشعة فوق البنفسجية الضارة من قبل غلاف الأوزون المحيط بالأرض. فلو حصل خلل في أي من هذه الأشياء لكان هذا تلوثا في البيئة. وهناك أنواع عديدة من تلوث البيئة مثل التلوث الكيميائي والذي هو عبارة عن خلل ما يحصل في نسب المواد الكيمائية الموجودة في بيئة الكائنات الحية والإنسان. ومنها التلوث الإشعاعي والذي هو عبارة عن ازدياد الإشعاعات الضارة بالحياة عما هي موجودة أصلا في البيئة، فالسماء أصلا عبارة عن غلاف واحد واق من الإشعاعات الضارة القادمة من خارج الأرض. وهناك التلوث الحراري، وهو عبارة عن الخلل الحاصل في ملائمة درجات حرارة البحار لحياة الأسماك مثلا، حيث أن البحار مسخرة من حيث خصائصها، والتي من ضمنها درجات حرارتها، لديمومة حياة الأسماك فيها، كما ينبئ بذلك قوله تعالى: "وهو الذي سخر البحر لتأكلوا منه لحما طريا....".

إلا أنه بالرغم من تناغم البيئة، بخصائصها كافة ومكوناتها، مع أشكال الحياة جميعها فإن الإنسان قد قام بالإخلال ببعض جوانب هذا التناغم؛ أي بتلويث البيئة، وذلك من خلال محاولته الاستفادة من المادة وتطويعها لخدمة أغراضه، أي من خلال التكنولوجيا. حيث إن التكنولوجيا عبارة عن تشكيل المادة بأنواعها المختلفة، وتحويلها إلى صور تفيد الإنسان في حياته وتسهل عليه إشباع حاجاته وغرائزه العضوية. وهذا التشكيل، أي التكنولوجيا، يعتمد على فكرة الآلة عموما والتي لا يمكن أن تعمل بكفاءة ١٠٠% إذ يتضمن عملها ضياعا معينا للطاقة كما في الشكل:

مصدر حراري مرتفع درجة الحرارة



مصدر حراري منخفض درجة الحرارة

وهذا الضياع والذي لا يمكن تقليصه إلى الصفر في الطاقة يمثل تلويثا للبيئة.

ومن الجدير ملاحظته في هذا الخصوص أن هذا التلويث للبيئة بفعل استفادة الإنسان من المادة، بشتى أشكالها، موجود منذ وجد الإنسان، فالإنسان يخرج ما يأكله على شكل فضلات وهذه لا شك ملوثة للبيئة، والإنسان يحرق مصادر للوقود للاستفادة من النار ولا شك أن الدخان الناتج ملوث للبيئة أيضا، إلا أن النمو المتزايد لاستخدام أنواع التكنولوجيا المختلفة في حياة الإنسان أدى إلى الأشكال العديدة للتلوث والتي أشرنا لبعضها آنفا، والتي تؤدي إلى أضرار كبيرة تلحق بالإنسان وما التلوث الإشعاعي الذي نتج عن حادث شيرنوبل عام ١٩٨٦م وكذلك التلوث الكيميائي الذي نتج عن تسرب بعض الكيميائيات من مصنع يوبال في الهند في أواسط الثمانينات ببعيدة عن الأذهان.

لذلك ذهب بعض المفكرين إلى القول بأن الإضرار الناتجة عن التلوث بأشكاله المختلفة أكبر بكثير من المنافع الناتجة عن التكنولوجيا المعاصرة وبالتالي ينبغي نبذها أو عدم إعطاءها الاعتبار الكبير في حياة الإنسان أو التوقف عن

استمرار التقدم التكنولوجي ودعمه وواقع الأمر أن هذا الرأي لا يعتبر رأيا سديدا حيث أنه، كما أشرنا قبل قليل، فإن لطبيعة حياة الإنسان صلة وثيقة بتلوث البيئة، فمجرد أن الإنسان يأكل ويشرب ويحتاج إلى النار في طهي طعامه وتدفئته يؤدي إلى تلوث البيئة! فالقضية ليست قضية تلوث فحسب، إذ أن التلوث حاصل حتما، وإنما القضية تكمن في مقدار هذا التلوث واهتمام الإنسان بوجوده وإدراكه لمخاطره ثم قدرة الإنسان على الحد منه إلى درجة، ليست ذات ضرر على الإنسان. أي أن القضية هي قضية موازنة مصلحة ومضرة، إذ أن مادة هذا الكون بأسرها مسخرة لخدمة الانسان، فالانسان يستفيد منها منذ وجد على ظهر الأرض ومن الطبيعي، مع النمو المتسارع في علم الانسان، أن ينمو استخدامه لهذه المادة لخدمة أغراضه أي أن تنمو التكنولوجيا. وبالعكس فهذا مطلوب من الإنسان إذ انه مستخلف في الأرض ومطلوب منه أن يستعمرها، أي يعمرها وذلك يكون بالاستفادة من مادتها لخدمة أغراضه، إلا ان الإنسان خلال حرصه على المصلحة من استغلال مادة الكون ينبغي أن يأخذ في حسبانه مضرة أي نوع من التلوث الذي يمكن حدوثه ويوازن ذلك مع المصلحة الناتجة. والمقصود بالمصلحة هنا ليست مصلحة الفرد وإنما مصلحة الإنسان كانسان أي المجتمع الذي يحيط بالفرد. أي أن الاستفادة من مادة هذا الكون وتشكيلها من قبل الإنسان، أي التكنولوجيا، ينبغي أن تكون مسئولة وليست عبثية ولا ابالية. وبالتالي إذا كانت التكنولوجيا واستخدامها من الإنسان بصورة مسئولة فان ذلك يؤدي إلى تقليل تلوث البيئة إلى حد كبير بحيث لا يصبح التلوث مشكلة كما هي الآن. فما مشكلة التلوث في العالم المعاصر إلا نتيجة الاستغلال اللامسئول للتكنولوجيا ولغلبة الجشع المادي والإنتاج الاستهلاكي الذي يحقق هذا الجشع. وبالتالي نتيجة لغلبة القيمة المادية والنظرة المادية للحياة التي هي أساس الحضارة السائدة في العالم في الزمن المعاصر. هذا من جهة أما من جهة أخرى فان العلم والتكنولوجيا يمكنان الإنسان من تطوير الاستغلال الأمثل لمادة هذا الكون وتقليل أثر التلوث في حالة الاستخدام المسئول لها ووعي الإنسان لذلك.

وبالتالي لا يجوز القول بأن مشكلة التلوث ناتجة عن العلم والتكنولوجيا، وإنما هي ناتجة عن الاستخدام اللامسئول واللاواعي واللاأبالي لمادة هذا الكون والناتج بدوره عن النظرة المادية المتأصلة في حضارة العالم المعاصر.

٢- مكننة حياة الإنسان واهدار القيم الإنسانية والروحية

خلاصة ما يزعمه ذوي النظرة الثانية السالفة الذكر بخصوص هذا المصدر من مصادر شقاء الإنسان ان التقدم العلمي والتكنولوجي المعاصر قد أدى إلى نمط عيشي ميكانيكي لا إنساني للإنسان. بمعنى ان الإنسان المعاصر في البلاد المتقدمة تكنولوجيا كاليابان أو ألمانيا مثلا أصبح غير ذو اهتمام بالعلاقات الإنسانية لطبيعة ضغط الحياة المعاصرة عليه ومستلزماتها واصبح نمط حياته يمتاز بالرتابة الصارمة، أي أنه اصبح كسن في دولاب الحياة التكنولوجية في مجتمعه.

فالإنسان يستيقظ صباحا ليضغط على زر آلة بجانبه لتعطيه فنجانا من قهوة الصباح وليجد تحت الباب جريدة يومه ثم آلة الحلاقة الميكانيكية لحلق ذقنه ثم يذهب الزوجان كلا منهما لعمله.. فتكاليف مستلزمات البيت التكنولوجية تتطلب منهما العمل، تاركين الأطفال أما للخادمة وأما في الحضانة. وهذا يعني فقدان جلسة الصباح للفطور – مع الأطفال – اللهم باستثناء الساندويشات السريعة إن كان ذلك ممكنا. ثم خلال العمل لا يوجد علاقة إنسانية بين إنسان وآخر فلكل إنسان آلة هو موكل بتشغيلها أو الاهتمام بها، وهكذا ينتهي النهار. يعود الجميع إلى البيت، وبعد جلسة عشاء سريعة ينهمكون بالنظر إلى التلفزيون أو الفيديو مثلا حتى وقت النوم. وتمر الأيام بهذه الصورة الميكانيكية الرتيبة دون طعم ملموس للقيم الإنسانية من تبادل أحاديث وابتسامات وزيارات للرحم والمعارف وترابط ومودة بين الأفراد في مجتمعهم. ولا يخفى ما لذلك من أثر في تقطيع أواصر المودة من جهة وفي تأصيل الأنانية في نفوس الأفراد من جهة أخرى. ولعل في التجارة الإلكترونية عبر الإنترنت خير تجسيد لفقدان العامل الإنساني في هذا النشاط وتأصيل الطابع

الميكانيكي المادي للحياة، وكتاب رينيه دوبو الموسوم بإنسانية الإنسان يتضمن أمثلة عديدة لهذا النمط من العيش.

إلا أن تمحيص هذا الموضوع يدل على إن هذا النمط الميكانيكي لحياة الإنسان – في البلاد التي ملكت أسباب التكنولوجيا – وإهدار القيم الإنسانية والروحية ليس ناتجا عن التكنولوجيا بحد ذاتها وانما ناتج عن نظرة الإنسان المادية في تلك البلاد، فعن نظرة الإنسان الكلية لهذا الوجود المحسوس تنتج قناعاته ومفاهيمه التي تحدد سلوكه ونمط حياته وعلاقاته. إذ أن التكنولوجيا أداة محايدة يستخدمها الإنسان كما يشاء، فهو الذي يحدد وليس العكس، أي لا تحدد التكنولوجيا نمط حياته. وإنما هو الذي يحدد كيفية استخدامها فكما يقول رينيه دوبو في كتابه إنسانية الإنسان: "إن العلم والتكنولوجيا أدوات ليس لها أخلاق ويمكن استعمالها لخير البشر أو لدمارها".

٢- الكابوس النووي وكابوس الحرب المدمرة عموما:

هنا أود أن أوضح الفرق بين ما يتمناه الإنسان من عدم وجود الحرب ابتداء وبين واقع الجبلة الإنسانية والفطرة التي فطر الله العباد عليها. فمن البديهي ان يتمنى الإنسان عدم وجود الحروب بين المجتمعات البشرية، إلا أن الحكمة الآلهية شاءت أن تكون الحروب سمة من سمات هذه المجتمعات حيثما وجدت. فمنذ وجد آدم عليه السلام كان هناك ابليس ثم عندما أنزل آدم وزوجه إلى الأرض حدث الاقتتال بين قابيل وهابيل ولدي آدم، ثم أضحى الصراع والاقتتال موجودا كسمة بارزة للمجتمعات البشرية حتى زماننا هذا.. ولعل ذلك ناشئ عن الاختلاف الفطري في تصور وإدراك الأمور من جهة والى حب الإنسان الخير لنفسه باستمرار من جهة أخرى وكذلك إلى تفاوت الناس والمجتمعات في إرادة الحق وابتغاءه فالله تبارك وتعالى يقول في محكم التنزيل: "وما يزالون مختلفين إلا من رحم ربك ولذلك خلقهم".

ويقول جل من قائل: "…. ولولا دفع الله الناس بعضهم ببعض لفسدت الأرض ولكن الله ذو فضل على العالمين". ٢٥١ البقرة.

لذا كانت الحرب سمة المجتمعات البشرية حيثما وجدت سواء بوجود التكنولوجيا أو عدمها فالقتل قتل بغض النظر عن كيفيته، فالنهاية واحدة وهي إزهاق نفس حية. صحيح أن التكنولوجيا المعاصرة قد أتاحت للإنسان قدرة تدميرية هائلة في حروبه، كما حصل مثلا في الحرب العالمية الثانية من جراء استخدام الأسلحة النووية على وجه التخصيص، إلا ان الحقيقة تبقى ان التكنولوجيا – كما سبق ونوهنا – أداة محايدة: فالإنسان هو الذي يختار استخدام هذه القوة التدميرية وهو الذي يختار كيفية استخدامها.. وكيفية الاستخدام هي التي تحدد الوجه البشع والقاسي لها فلا شك إن استخدام الأسلحة النووية في القتل الجماعي للمدنيين والأبرياء هو الذي جعل الإنسان المعاصر يشعر بمرارة الأسى لما حصل في هيروشيما وناجازاكي، المدينتان اليابانيتان اللتان عانتا من أضرار الأسلحة النووية خلال الحرب العالمية الثانية.

ولا شك أيضا ان الكابوس النووي، وهو الخوف من استخدام كاسح للأسلحة النووية، مما يؤدي إلى تدمير أجزاء كبيرة للكرة الأرضية وهلاك أعداد غفيرة من البشر، ناتج عن استخدام هذه الأسلحة دون ضوابط ودون قيود. والذي يحدد كيفية الاستخدام وضوابطه هو أيضا نظرة الإنسان، الذي يملك هذه الأسلحة، للوجود المحسوس وقناعاته الناتجة عن هذه النظرة. فان كانت هذه النظرة خاطئة كان الاستخدام وكيفيته خاطئين ولم تكن هناك الضوابط الإنسانية الصحيحة التي تحدد لماذا تكون الحرب أصلا والتي تحدد ضوابط الحرب بعد ذلك.

للاستئناس، أنظر إلى تحديد الإسلام لمشروعية الحرب في أنها "حتى لا تكون فتنة ويكون الدين لله" أو كما وصفها السفير الصالح ربعي بن عامر: "لنخرج الناس من عبادة العباد إلى عبادة رب العباد"

فالحرب المشروعة في الإسلام ليست لاستغلال مجتمع لمجتمع آخر وليست لاستعلاء معنوي لمجتمع على مجتمع آخر وانما لتحقيق سعادة الإنسان على سطح هذه الأرض. وأنظر إن شئت إلى بعض ضوابط الحرب التي وضعها الإسلام للحرب:

(١) فلا تبدأ الحرب مباغتة دون إعلان بالحرب وإعلان بموجباتها.

(٢) وحينما تبدأ الحرب لا يجوز قتل إلا المقاتلين، فلا يجوز قتل الأطفال والنساء – غير المقاتلات – الشيوخ والرهبان مثلا.

(٣) ولا يجوز قطع الشجر أو تدمير العامر من الأرض – ما لم يكن جزءا من الحرب ومعداتها.

يتضح من ذلك إن النظرة المادية التي تصدر عنها حضارة العالم المعاصرة والمنطلقة دون ضوابط إنسانية أو روحية هي سبب مصادر الشقاء والتي يزعم البعض أنها ناتجة عن العلم والتكنولوجيا؛ فالعلم والتكنولوجيا أدوات محايدة، وكيفية استخدامها تتحدد بنظرة الإنسان للوجود المحسوس. لذا لا يوصف العلم ولا التكنولوجيا بالضرر ولا المنفعة، وانما استخدام الإنسان لهما هو الذي يوصف بالضرر أو المنفعة، وهذا بدوره يعتمد على نظرة الإنسان للوجود المحسوس. وبالتالي كانت النظرة – نحو أهمية العلم والتكنولوجيا – والقائلة بأن العلم والتكنولوجيا أديا إلى شقاء الإنسان وتعاسته غير صحيحة.

وتتلخص النظرة الثالثة في أن هناك علاجا تكنولوجيا Technological Fix للمشاكل الإنسانية إذ يعتقد ذوو هذه النظرة ان التكنولوجيا المعاصرة كفيلة بإيجاد حلول لكافة مشكلات الإنسان في مجتمعه. فمثلا من الممكن، كما يزعم هؤلاء علاج مشكلة المجاعة باستخدام التكنولوجيا الزراعية من: حبوب محسنة، ومبيدات حشرية، وأسمدة كيميائية، وبيوت بلاستيكية، وغير ذلك. وكذلك من

الممكن التغلب على مشكلة أزمات المرور باستخدام التكسيات الحوامة، ووسائل التعليم المبرمجة حاسوبيا تقضي على مشكلة التفاوت في مستويات تعليم الأطفال، ناهيك عن التكنولوجيا الطبية وأثرها في تشخيص وعلاج الأمراض.

والحقيقة أن هذه النظرة أيضا غير صائبة إذ أن معظم المشكلات الاجتماعية ذات طبيعة تختلف عن المشكلات التي من الممكن للتكنولوجيا أن تتصدى لها. فمثلا انتبه الكثير من العلماء إلى أن هناك تبسيطا كبيرا في القول بأن التكنولوجيا الزراعية كفيلة بعلاج مشكلة المجاعة، وأن جوهر الأمر ذو طبيعة اجتماعية – اقتصادية أعقد بكثير مما تستطيعه التكنولوجيا. وكذلك الحال في حالة مشكلة الفقر عموما واستغلال الموارد، أنظر مثلا كتاب صناعة الجوع لفرانسيس لابيه وزميلها أو لكتاب التسابق على الموارد لمايكل تانزر لترى العوامل المتشابكة المؤثرة في الموضوع ذلك أن الإنجازات التكنولوجية ذات طبيعة فنية Technical وليست ذات طبيعة عملية Operational فمثلا التكنولوجيا الطبية تتعلق باكتشاف علاجات للأمراض المختلفة ولكنها غير ذات علاقة "بكيفية" علاج المرضى أو تحديد نفقات العلاج، إذ يعتمد ذلك على طبيعة المجتمع من حيث نمط العلاج أو التأمينات الطبية أو غير ذلك من الأمور المتعلقة بالرعاية الطبية. وكذلك الامر في أنواع التكنولوجيا كافة فالتكنولوجيا الإلكترونية تنتج الأجهزة الإلكترونية ولكن تحديد كيفية الاستخدام يعود للإنسان والتكنولوجيا الفضائية تساعد الإنسان على سبر أغوار الفضاء والتحليق به ولكن نمط الاستفادة من ذلك يعود أيضا للإنسان والتكنولوجيا الحربية تزود الإنسان بالآلات ومعدات ولكنها غير ذات صلة بكيفية استخدامها وانما الإنسان هو الذي يحدد ذلك. فالتكنولوجيا تتعامل مع "المادة" ولا تتعامل مع الإنسان، إذ أن السمة البارزة للتكنولوجيا، والتي هي سبب فعاليتها الكبيرة، هي استخدام الطريقة العلمية بالمعنى الدقيق والطريقة العلمية تمتاز بكون تجاربها قابلة للإعادة مع ضمان الحصول على نفس النتائج بصورة لا تعتمد على

الزمان والمكان. وبالتالي تمتاز بأنها تمكن الإنسان من "صنع" نماذج نظرية أو هياكل عقلية، بدلالة مفاهيم علمية تتعلق بخصائص محسوسة للمادة، وهذه النماذج تمكن الإنسان من توقع السلوك المستقبلي للمادة سواء كان ذلك بالنسبة للزمان أو المكان. أي أن الإنسان يستطيع، بدلالة النماذج النظرية الناتجة عن الطريقة العلمية، أن يتوقع بصورة مضبوطة سلوك المادة في أجزاء بعيدة من الكون أو في أزمنة غائبة عن الإنسان سواء في الماضي أو في المستقبل. وكنتيجة لذلك يقوم الإنسان بتشكيل المادة بصورة تخدم الإنسان وتساعده على تلبية حاجاته.

تبقى النظرة الأخيرة لأهمية العلم والتكنولوجيا حيث تتلخص هذه النظرة بأن العلم والتكنولوجيا بالرغم من كونهما عنصر القوة الأساسي للمجتمعات المعاصرة ومصدر رفاه هذه المجتمعات إلا أنها، بالرغم من ذلك، ليست سبب سعادة الإنسان ولا سبب شقائه وتعاسته، وانما مرد ذلك هو الإنسان وسلوكه والذي يعود في الأساس إلى نظرته لهذا الوجود المحسوس، فان صلحت نظرته الكلية هذه صلح ما ينتج عنها من جزئيات تنتظم حياة الإنسان بأسرها وان فسدت نتج الشقاء وضنك العيش لهذا الإنسان. وبطبيعة الحال فإن التكنولوجيا المعاصرة تمكن الإنسان من الوسائل التي تساعد في تلبية حاجات الإنسان وتسهيل إشباعها في حال حسن استخدامها من قبل الإنسان أو تكون مصدرا لشقاء الإنسان في حال سوء استخدامها.

الثقافتان: الإنسانية والعلمية

لاحظ س. ب. سنو C.P. Snow منذ نهاية العقد الخامس من هذا القرن أن الناس المثقفين في المجتمع الغربي الصناعي منقسمون إلى فئتين أساسيتين: فئة الإنسانيين وفئة العلميين، وذلك في كتابه الموسوم بالثقافتين. ففئة الإنسانيين يرون أن التقدم العلمي والتكنولوجي كان على حساب المظاهر الإنسانية للحياة من جهة وأنه أدى إلى تلويث البيئة والتركيز على الجوانب المادية الميكانيكية في الحياة من

جهة أخرى. ويرى هؤلاء، أي الإنسانيون أن فئة العلميين، أي الذين يدعمون العلم والتكنولوجيا ويروجون لها، محدودوا النظر ضيقوا الأفق ويفتقرون إلى المشاعر الإنسانية النبيلة. وبالمقابل يرى فريق العلميين أنّ الإنسانيين فئة جاهلة بقيمة العلم والتكنولوجيا وأنهم يعيشون خارج عصرهم غير مواكبين له وأنهم فئة مفرطة في الخيالات والأوهام وبعيدون عن الواقع. ويرى أصحاب هذه الفئة أن العلم ووليدته التكولوجيا كفيلان بحل مشكلات الانسان كافة، ولا شك أن الشرخ الناتج عن ذلك في المجتمع أمر ضار به لأنه يؤدي إلى ضياع وتشتت الجهود العقلية للفريقين وعدم استفادة المجتمع من هذه الجهود والطاقات.

والحقيقة أن كلا الفئتين مخطئة فيما ذهبت إليه وتصورته؛ ففريق العلميين مخطئ في ظنه بوجود "العلاج التكنولوجي" كما أوضحنا عند الحديث عن أهمية العلم والتكنولوجيا وفريق الإنسانيين أيضا مخطيء في إهماله ونبذه للعلم والتكنولوجيا كما سبق وأوضحنا أيضا عند الحديث عن أهمية العلم والتكنولوجيا. فلا بد من الاستفادة من العلم والتكنولوجيا ولكن هذه الاستفادة ينبغي أن تتم بصورة رشيدة تأخذ بالاعتبار إنسانية الإنسان. وهذا يعني أن جهودا عقلية كبيرة ينبغي أن تبذل في التفكير بالجوانب الإنسانية المختلفة وفهم طبيعة الإنسان بميوله وغرائزه وحاجاته وتداخلاتهما المختلفة وعلاقة التكنولوجيا، وهذا قد يقود بشكل طبيعي للتفكير في الوجود الإنساني برمته ومحاولة فهم معنى هذا الوجود. ومن أصحاب هذه النظرة ألكسيس كاريل صاحب كتاب "الإنسان ذلك المجهول" ورينيه دوبو صاحب كتاب "إنسانية الإنسان".

الفصل الحادي عشر

الكلية اللا منظورة

كما لاحظنا في الوحدة الثانية فإن العلم ظاهرة اجتماعية وليس نشاطا فرديا منعزلا فكما يقرر جون زايمان فإن عمومية الاهتمام حول القضايا الجزئية في معرفة ما شرط أساسي لأن تعد تلك المعرفة علما. ولذلك فمن الطبيعي أن تنشأ مجموعات من العلماء يربط بين كل مجموعة منها اهتمام فكري بموضوع واحد هو مجال بحثهم، وتعرف هذه المجموعات بالكليات اللامنظورة. وسميت بالكليات لأنها تهدف إلى تقدم المعرفة في حقل ما، وهذا هو هدف الكلية العلمية المتخصصة، ووسمت باللامنظورة لأن هذه المجموعة من العلماء، والذي قد يبلغ عددها بضعة مئات، لا يجمعها مكان محدد وإنما هم موجودون في أماكن جغرافية مختلفة. والشيء الذي يضم أعضاء هذه الكلية معا أو يربط بينهم هو اهتمامهم المشترك بفرع من فروع المعرفة فهذه الرابطة إذن رابطة فكرية. ويتواصل علماء الكليات اللامنظورة عن طريق وسائل الاتصال العلمي والتي هي قديمة قدم العمل ذاته على الرغم من نمو هذه الوسائل وتعددها مع الزمن. وللمجتمع اللامنظور المتمثل بهذه الكليات أعرافه التي تحكم علاقة أفراده ببعضهم بعضا وتضبط تواصلهم العلمي والذي يُعَد مقياسا للنشاط العلمي لهذا المجتمع. سنتناول بالحديث، في هذا الفصل، وسائل الاتصال العلمي من جهة وتميز بعض العلماء وبالتالي ظهور ما يعرف بالحجة العلمية من جهة أخرى.

وسائل الاتصال العلمي

عادة ما يقاس مدى نشاط عالم ما في البحث العلمي بمقدار تواصلـــــه مـــع أقرانه في كليته اللامنظورة؛ فكلما ازداد عدد المكالمات الدولية التي يجريها وكلمـــا ازدادت مشاركته في المؤتمرات العلمية والمـــدارس الموســمية واطلاعـــه علـــى المجلات العلمية كلما كان ذلك مؤشرا على نشاطه البحثي. وتتبع ضرورة التواصـل العلمي بأنواعه المختلفة بتوثيقه لمظاهر النشاط العلمي ونتائجه وبضرورته لتلاقـــح أفكار العلماء وبالتالي تنقيحها وتصحيحها. وأهم وسائل الاتصال العلمـــي الوســائل التالية:

١- الحلقات العلمية والمحاضرات

وتعد هذه الوسيلة من أقدم الوسائل لتوصيل المعرفة وخاصة من العالم إلـــى المتعلم، فقد عرفها الإغريق قديما في أكاديمية أفلاطون ثم فــــي معـــهد الليســيوم لأرسطو. وكذلك كان يتم التعليم، أي التواصـــل العلمـــي، لـــدى المســلمين، فـــي عصورهم الأولى، عن طريق الحلقات العلمية التي يقوم خلالـــــها الاســتاذ بإلقـــاء دروسه ثم يتولى بعده مدرس آخر، دونه في العلم، بالشرح والتوضيح ويعرف هـــذا المدرس بالمعيد. وقد تطورت هاتان الوسيلتان إلى المحاضرات، كما هي الحال فـــي الجامعات المعاصرة، ومن الواضح أن هذه الوسيلة تعليمية وتتم بشكل شفوي.

٢- المراسلات العلمية

وهي وسيلة خاصة وقديمة للتواصل العلمي بين العلماء؛ فقـــد أرســـل ابـــو الريحان البيروني مجموعة من الأسئلة إلى ابن سينا وقام ابن سينا بالإجابة عليـــــها على شكل رسالة خاصة، وتضمنت هذه الأسئلة جملة من القضايا العلمية التي كـانت تشغل تفكير العلماء آنذاك. وتعد هذه المراسلات وسيلة لتوثيق الآراء العلمية للعلماء وكذلك لتلاقح أفكار العلماء وتنقيحها وتبادلها وأحيانا لطلب بعض المعدات أو المواد

الضرورية للبحث. وفي الوقت الحالي قد يستعيض الباحث عن هذه الوسيلة بالتلفون أو بالبريد الالكتروني الأكثر كفاءة في أداء مهمة المراسلة الخاصة.

٣- الكتب

ويعد الكتاب من أقدم الوسائل العامة لتوصيل المعرفة ومن أشهر الكتب العلمية في عصر الرومان (المرحلة الرومانية المبكرة) كتاب المجسطي في علم الفلك لبطليموس وكتاب الأسس لإقليدس في الهندسة المستوية. ومن الكتب التي كان لها دور أساسي في نقل المعارف الطبية على أسس علمية إلى أوروبا من العرب المسلمين الكتب التالية: كامل الصناعة (والمعروف بالكتاب الملكي) لعلي بن عباس المجوسي، وكتاب الحاوي للرازي وكتاب القانون في الطب. وقد كانت هذه الوسيلة هي الوسيلة الأساسية لتعميم المعارف العلمية في إطار الحضارة الإسلامية؛ فلا غرابة، والحالة هذه، أن يكثر عددها لدى المسلمين. ومن أشهر هذه الكتب الجبر والمقابلة للخوارزمي والمناظر لابن الهيثم والقانون المسعودي للبيروني. وعادة ما يمثل الكتاب خلاصة النتائج التي يتوصل إليها العالم في سنوات عديدة، وهذا ينطبق على مؤلفي الكتب المذكورة آنفا كما ينطبق على المؤلفين في كافة العصور. ومن أشهر الكتب العلمية في عصر النهضة العلمية في أوروبا (خلال القرن الميلادي السابع عشر) كتاب إسحق نيوتن في الميكانيكا، وقد ضمن نيوتن كتابه هذا انجلزات غاليليو غاليلي مضافا إليها إبداعه الخاص في الموضوع وضمن النسق الذي ارتآه ملائما. ولعل أكثر كتاب تأثيرا في الأوساط العلمية الأوروبية في القرن الميلادي التاسع عشر هو كتاب أصل الأنواع لداروين والذي ضمنه خلاصة ملاحظاته بخصوص الكائنات الحية والتي استغرقه إنجازها بضعة سنوات، وأضاف إليها تفسيره الخاص. ويتسم هذا الصنف من الكتب بكونه يتضمن نتائج علمية ذاتية للمؤلف ونسقا خاصا به في صياغة موضوعه، ولذلك نطلق إسم الكتب الذاتية عليها.

ومع اقتحام البحث العلمي للجامعات (الأوروبية بخاصة) منذ نهاية القرن الميلادي التاسع عشر وبداية القرن العشرين، أخذ صنف آخر من الكتب العلمية في الظهور ونقصد بذلك الكتب المقررة. وعلى نقيض الكتب الذاتية، فالكتب المقررة لا تتضمن بالضرورة إنجازات المؤلف في موضوع الكتاب، ولو أنها قد تتضمن بعضا من ذلك، ولكنها تتضمن جملة ما هو متداول ومتفق عليه بين علماء الكليات اللامنظورة في زمن تأليف الكتاب. وقد تختلف الكتب المقررة المؤلفة في أجيال مختلفة من جهة الموضوعات التي يتم التركيز عليها أو من جهة طريقة عرضها ونسقها العام.

وهناك أخيرا الكتب الموسوعية التي يتضمن الكتاب منها جملة ما هو معروف في حقل ضيق من حقول المعرفة العلمية. إلا أنه نتيجة النمو الهائل في المعرفة وبالتالي صعوبة وأحيانا استحالة إحاطة عالم بمفرده بكل ذلك فقد اختفت تقريبا مثل هذه الكتب في العديد من الحقول. واستعيض عنها بكتب المؤتمرات والمدارس العلمية التي تعقد بشأن حقل علمي معين والتي تتضمن أوراقا بحثية للعديد من الباحثين، يتناول كل واحد منهم جانب واحد من الحقل العلمي يقوم بمراجعته.

الدوريات المتخصصة

وقد ظهرت هذه الوسيلة العامة للاتصال العلمي بين العلماء خلال عصر النهضة العلمي في أوروبا كنتيجة طبيعية لنمو المعرفة العلمية، وكانت بداية ظهورها من خلال الجمعية الملكية العلمية في انجلترا كوسيلة لتعميم المراسلات العلمية التي كانت ترد إلى رئيس الجمعية ولتعميم وقائع اللقاءات العلمية التي تعقدها. ومع استمرار النمو الهائل في المعرفة العلمية ظهرت دوريات علمية عديدة في حقول العلم المتخصصة المختلفة. ويعود ذلك إلى أن دورية علمية في حقل

معين تتشعب عنها بعد فترة معينة دوريات متعددة في حقول جزئية نتجت عن الحقل الأصلي بفضل نمو العلم المتسارع؛ فالتشعب نتيجة طبيعية للنمو.

وتتضمن كل دورية علمية العديد من ورقات البحث المتخصصة، تتسم بالايجاز والوضوح، وتشرح نتائج بحوث العلماء المشاركين في الكتابة للدورية. وعادة ما تصدر الدوريات العلمية عن طريق جمعيات أو مؤسسات علمية متخصصة أو جامعات، وتخضع الورقات العلمية قبل نشرها في الدورية إلى عملية تحكيم من علماء متخصصين، ويعرف هؤلاء باسم المحكمين أو المقومين علميين.

وعملية التحكيم هذه ذات أهمية كبيرة نظرا لكونها تمثل معبرا تمر من خلاله البحوث التي سيطلع عليها الباحثون وبالتالي تساهم في تشكيل البنية العلمية للأجيال اللاحقة من العلماء. فقد يحصل وتنشر بعض البحوث غير ذات أهمية وقد لا تنشر بحوث مهمة كنتيجة لعملية التحكيم. ومع نمو المعرفة أصبح من الصعب على باحث في موضوع ما أن يطلع على كافة ورقات البحث في موضوعه مما أدى إلى ظهور دوريات لنشر ملخصات البحوث فقط، ثم تطور الأمر أكثر من ذلك حيث ظهرت دوريات تنشر عناوين البحوث المنشورة فحسب. وتتسم هذه بحسن التوثيق بحيث يستطيع الباحث أن يرجع إلى ورقة البحث كاملة من مظانها في حالة شعوره بالحاجة إلى ذلك من قراءة العنوان أو الملخص.

الوسائل غير الرسمية للاتصال العلمي

وتتضمن هذه الوسائل المحاضرات والندوات العلمية المتخصصة التي يعقدها العلماء في جامعاتهم ومؤسساتهم البحثية وكذلك لقاءات مجموعات البحث في التخصصات المختلفة والتي تعقد بشكل دوري في مراكز البحث النشطة سواء كانت هذه مؤسسات أو جامعات. وقد جرى تعميم هذه اللقاءات والندوات على شكل مؤتمرات علمية تعقد بشكل دوري في الحقول المختلفة يتم خلالها تبادل النتائج

البحثية الأولية (على نقيض البحوث المنشورة على شكل ورقات علمية في الدوريات والتي تمثل نتائج نهائية للبحوث). ولعل إرهاصات هذه الوسيلة كانت متمثلة في مجالس العلم الخاصة والصالونات الادبية التي عرفتها الحضارة الاسلامية قديما ومن الوسائل غير الرسمية للاتصال العلمي الندوات العلمية العامة لجمهور الناس، والمقالات العلمية العامة في وسائل الاعلام الجماهيري، وتؤدي هذه الوسائل دورا مهما في توعية أفراد المجتمع عامة بطبيعة العلم وأهميته وبالتالي توفر الدعم المجتمعي، المادي والمعنوي، للبحث العلمي.

الحجة العلمية والسلطة العقلية

على الرغم من أن المجال مفتوح لجميع الباحثين للإدلاء بآرائهم العلمية داخل الكليات اللامنظورة وذلك عن طريق وسائل الاتصال العلمي المختلفة، وكذلك في التعلم من هذه الوسائل، فإن تفاوتا واضحا يبرز بين العلماء من حيث أدائهم البحثي وتميزهم. ويعود ذلك إلى التفاوت الفطري في القدرات العقلية للأفراد من جهة وإلى التفاوت في الأجواء العلمية ومدى وفرة وسائل الاتصال هذه من جهة أخرى. ينتج عن ذلك أن الآراء العلمية للعلماء تتفاوت في قيمتها داخل الكلية اللامنظورة؛ فلبعض العلماء ثقل وحضور علمي اكثر من سواهم. وبالتالي يكون هناك ميل في الأوساط العلمية لقبول آراء فئة من العلماء أكثر من سواهم، ويطلق اسم الحجة العلمية على العالم من ضمن هذه الفئة. ورغم أن هذا أمر واقع وملموس أثره إلا أنه لا يوجد مقياس دقيق للكفاءة العلمية للعلماء، ولو أن عدد ورقات البحث المنشورة للباحث يعد مؤشرا عاما للنشاط البحثي للعالم. بيد أنه نظرا للتفاوت في القيمة العلمية لورقات البحث المنشورة لعلماء مختلفين فلا يصلح ذلك كمقياس لكفاءة العلماء العلمية.

وقد اعتمد لانداو ألمع فيزيائي في الاتحاد السوفياتي سابقا، مقياسا لوغاريتميا لكفاءة العلماء العلمية. وبموجب هذا المقياس فإن الباحث من الدرجة

الأولى يكون قد قام بإنجازات تعدل عشرة أضعاف إنجازات العالم من الدرجة الثانية والذي تعدل إنجازاته العلمية عشرة أضعاف إنجازات العالم من الدرجة الثالثة إلخ. ويقصد لانداو بالإنجاز العلمي إما اكتشاف ظاهرة جديدة أو تفسير جديد لظاهرة كانت غير قابلة للتفسير أو طرح تصور أو نموذج نظري جديد. وقد عد لاندو آينشتين عالماً من الدرجة نصف بينما عد هيزنبرغ وشرودنجر وديراك كعلماء من الدرجة الأولى بينما عد نفسه على نفس المقياس كعالم من الدرجة إثنين ونصف ثم، يقرر لانداو، أنه استطاع أن يصبح عالما من الدرجة إثنين فيما بعد.

وقد يبرز تأثير الحجة العلمية في مجال الفكر أو التعليم أو الإدارة العلمية أو غير ذلك. ومن أبرز الأمثلة على تأثير الحجة العلمية في مجال الفكر العلمي نذكر أرسطو طاليس وإسحق نيوتن وداروين وآينشتين. أما بالنسبة لأرسطو فقد بلغ تأثيره الفكري مبلغا كبيرا على الأوروبين في المرحلة الرومانية المبكرة وبشكل أكبر من المرحلة الرومانية المتأخرة، والتي تمثل الجزء الرئيسي من عصور الظلام، فلم يكن هناك من يجرؤ على مخالفة آراء أرسطو في تلك العصور. وكذلك كان لأرسطو سلطة عقلية على فريق الفلاسفة من بين مفكري المسلمين سابقا، إذ كانوا يتحرجون من مخالفته. وبالتالي كان غاية ما وصل إليه أعظم فلاسفة المسلمين في المشرق أن أصبح المعلم الثاني وغاية ما وصل إليه ابن رشد في المغرب الإسلامي أن كان شارح أرسطو. ولا شك أن مثل هذه السلطة العقلية ضارة على الأجواء العلمية التي تحيط بالعلماء إذ أنها تعطل مكلة الابداع وتشجع التقليد.

وفي خلال النصف الثاني من القرن الميلادي السابع عشر وبداية القرن الثامن عشر كان لنيوتن سلطة عقلية، ولو إلى درجة أخف من تلك التي كانت لأرسطو، على الأوساط العلمية في أوروبا. ومن ذلك إهمال علماء تلك المرحلة لملاحظة جريمالدي المتعلقة بحيود الضوء لمخالفتها لنظرية إسحق نيوتن الجسيمية

بالنسبة لماهية الضوء ولوجود السلطة العقلية على أذهان علمــــاء تلــك المرحلــة. وبالنسبة لداروين فقد تعدت السلطة العقلية الأوساط العلمية لتصبح قوية المفعول في مجال الفلسفة والحياة العامة في أوروبا خلال القرن التاسع عشر للميــلاد. وأخــيرا يجدر بنا أن نشير إلى مظهر آخر لتأثير الحجة العلمية في مجال الســلطة العقليــة وتأثيرها على الحياة العامة. ففي خلال الحرب العالمية الثانية قام عالمان فيزيائيــان هما زيلارد Zilard وفيجنر Wigner بتسخير السلطة العقلية، الناتجة عــن ســمعة آينشتين العلمية في الأوساط العامة، لدفع الولايات المتحدة الأمريكية لاتخاذ القــرار الصعب لصناعة القنبلة النووية وذلك بالطلب من آينشــتين بكتابــة رســالة بــهذا الخصوص للرئيس الأمريكي آنذاك روزفلت.

ولا شك بأن للسلطة العقلية تأثير ضار على الحياة العلمية والعقليــة بشــكل عام بالرغم من أنها موجودة كواقع معاش بسبب ميل الانسان الفطري في تقليد مــن يفوقه علما أو ثروة أو قوة. وهذا الضرر ناجم عن أن وجود مثل هذه السلطة أمــر يجمد العقل ولا يفتح باب الابداع والبحث في الأدلة والبراهين على مصراعيه. فــلا وجود للسلطة العقلية عند العالم المبدع الذي لا يتحرج في نقد الآراء وتتبع الأدلــة والبراهين أيا كان مصدرها ما دام في نقده موضوعيا يبتغي الحق حيثما وجد. ومــا أجمل كلمة الحسن بن الهيثم في مقدمة كتاب الشكوك على بطليموس المشار إليــها سابقا، أو كلمة البيروني التي يقرر فيها بأنه قرن بكل عمل من كل باب مــن عللــه وذكر ما تولى من عمله يبعد به المتأمل عن تقليده فيه ويفتح له باب الاســتصواب لما أصاب فيه أو الإصلاح لما زل عنه أو سهى في حسابه لأن البرهان من القضية قائم مقام الروح من الجسد.

ومجال آخر يظهر فيه تأثير الحجة العلمية هو المجــال التعليمــي ومجــال الادارة العلمية. فقد يكون لعالم، متمكن من موضوع تخصصــه، قــدرة فــذة فــي توضيح الأفكار العلمية وتوصيلها للآخرين بحيث يظهر أثر ذلك في تعليمه. ومــن

العلماء الذين امتلكوا هذه القدرة في علم الفيزياء نيرنست وباولي وفايسكوف. أما في مجال الإدارة العلمية فلعل روبرت أوبنهايمر خير مثال على حسن الاستفادة من الحجة العلمية في هذا المجال وذلك من خلال إدارته العلمية الناجحة لمشروع مانهاتن المسئول عن إنتاج السلاح النووي الأول في الولايات المتحدة الأمريكية. وقد تمكن أوبنهايمر، في إدارته لهذا المشروع، من الاستفادة الملائمة وتنسيق جهود بضعة آلاف من العلماء الباحثين والفنيين والإداريين وسط أجواء صعبة منعزلة وبعيدة عن صخب الحياة العامة بحيث ينجح في مشروعه.

الباب الرابع

تأثير العلم على المجتمع

الفصل الثاني عشر

العلم والتكنولوجيا

العلاقة بين العلم والتكنولوجيا علاقة معقـــدة إذ تتخللـــها عنـــاصر عديـــدة ومتشابكة بعضها ذو طابع اقتصادي وبعضها الآخر ذو طابع تشريعي أو اجتمـــاعي أو سياسي. سنتناول بالحديث، في هـــذا الفصـــل، العلاقـــة المتبادلـــة بيـــن العلـــم والتكنولوجيا وذلك من جهة أسبقية أحدهما للآخر ومن جهة التأثير المتبادل بينـــهما، وأخيرا براءات الاختراع كوسيط بين العلم والتكنولوجيا. وتتبع أهمية هذا الحديـــث من صلته بتوضيح الموقع الواجب إعطاؤه للعلم والتكنولوجيا وادراك أهميتـــه فـــي المجتمع البشري.

أيهما يسبق العلم أم التكنولوجيا؟

لا شك أن لمصطلحي العلم والتكنولوجيا معان غير محددة عند كثـــير مـــن المهتمين بهما؛ فمن الضروري، والحالة هذه، أن نحدد دلالتهما بدقة. أما مصطلـــح العلم فنقصد به معناه الخاص؛ أي الهيكل المعرفي المنظم الناتج عن الطريقة العلمية ونقصد بمصطلح التكنولوجيا المعرفة المتعلقة بتشكيل المـــادة إلـــى أشـــكال مفيـــدة للإنسان أي المعرفة المتعلقة بصناعة اساليب الإنتـــاج. والإجابـــة علـــى الســـؤال المذكور أعلاه ضرورية لمعرفة دور كل من العلم والتكنولوجيا في التطور والتقـــدم الحاصل في الآخر.

إن استقراء الأنواع المختلفة من التكنولوجيا عبر التاريخ يبين أن هناك أمثلة عديدة تدل على أن نشوء التكنولوجيا قد سبق العلم فيها وكذلك نجد أمثلة أخرى تبين أن أنواعا من التكنولوجيا استندت إلى العلم في نشؤها وتطورها. من أمثلة النوع الأول من التكنولوجيا، أي التي تسبق العلم، تكنولوجيا البناء والتكنولوجيا الزراعية وتكنولوجيا السفن قديما إذ طورت هذه الأنماط التكنولوجية قبل تنظيم المعارف المتعلقة بها على شكل هيكل منظم. ومن الأمثلة الأخرى أيضا على ذلك تكنولوجيا الصيدلة وتكنولوجيا الآلة البخارية، فتكنولوجيا البناء التي عرفها المصريون القدامى أو الرومانيون أو سائر الأمم القديمة نشأت وبلغت مرحلة جيدة من التقدم قبل تطور الهندسة الإنشائية كهيكل منظم للمعرفة. وكذلك الحال في تكنولوجيا الآلة البخارية إذ نشأت هذه وتطورت بالاستناد على الملاحظة المباشرة والخبرة المحسوسة قبل نشوء علم الثرموديناميكا والذي نشأ كنتيجة طبيعية لتطور الآلة البخارية ذاتها. وبطبيعة الحال فإن تطور العلوم المتعلقة بأنواع التكنولوجيا سالفة الذكر يؤدي إلى تطوير هذه الأنواع من التكنولوجيا وتحسينها، فعلم الهندسة المدنية له الدور الأساسي في تطوير تكنولوجيا البناء سواء من جهة المتانة أو من جهة الوفرة الاقتصادية. من الجهة الأخرى نلاحظ من عملية الاستقراء المشار إليها بأن هناك أنواعا عديدة أخرى من التكنولوجيا استندت إلى العلم في نشؤها وتطورها، والأمثلة على ذلك كثيرة. فمن ذلك التكنولوجيا الكهربائية والتي نشأت وتطورت خلال القرن الميلادي التاسع عشر كنتيجة طبيعية لأبحاث مايكل فارادي وجيمس ماكسويل بدرجة رئيسية وغيرهما من العلماء بدرجة أقل، فلولا هذه الأبحاث وتطور علم الكهرباء والمغناطيسية لما نشأت هذه التكنولوجيا ابتداء. وكذلك الحال في التكنولوجيا الالكترونية والتكنولوجيا النووية والتكنولوجيا الطبية وتكنولوجيا الطائرات والمركبات الفضائية وأخيرا تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات. فمن الواضح أن جميع هذه الأنواع من التكنولوجيا لم يكن

من الممكن أن تنشأ ابتداء ناهيك القول عن ان تتطور دون الاستناد الكبير على العلوم المتعلقة بها.

وينبغي أن نشير أيضا إلى ان وجود المعرفة من حيث هي معرفة أمر لا غنى عنه لنشأة التكنولوجيا واستمرار تطورها، إذ لا يعقل تشكيل المادة إلى أشكال مفيدة للإنسان دون معرفة ما يريده الإنسان من وراء هذا التشكيل وبالكيفية الواجب اتباعها، فالعلم (بالمعنى العام) يسبق العمل دائما. وكذلك من الضروري أن نشير إلى أن العلم يؤدي إلى تحسين التكنولوجيا وتطويرها سواء سبقها أو سبقته من جهة النشأة.

تأثير العلم على التكنولوجيا

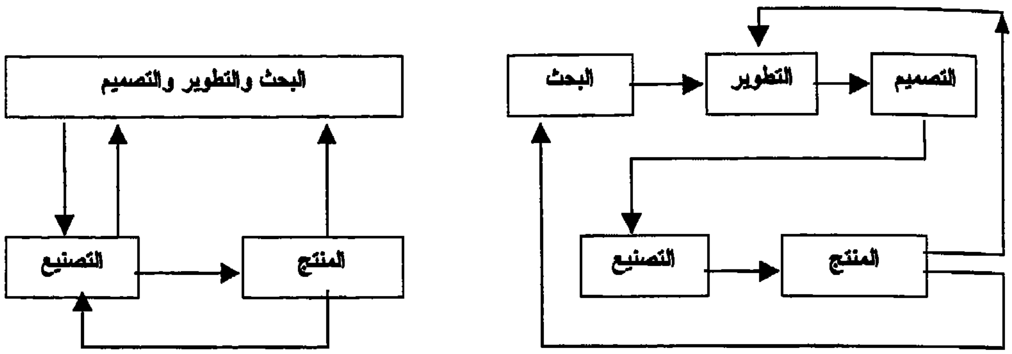
يؤثر العلم على التكنولوجيا بثلاثة اعتبارات:

١- فأولا يزودنا العلم بمعارف جديدة تتعلق بالمادة (التي تعمل التكنولوجيا على تشكيلها) وهذا يؤثر إيجابيا على التكنولوجيا بتعميقها من جهة وتوسيعها من جهة أخرى. ونقصد بالتعميق زيادة الكفاءة والدقة للسلع التكنولوجية المنتجة، أما التوسيع فيعني إدخال أنواع جديدة من السلع والمنتجات لا تكون معروفة قبل ذلك. من الأمثلة على تعميق التكنولوجيا التطوير الكبير الذي نشأ على الآلة البخارية والآلات عموما نتيجة تطور علم الثرموديناميكا وكذلك التحسين الكبير في صناعة الأدوية الناجم عن تطور الكيمياء الصيدلانية. وأخيرا نذكر العلوم الزراعية والحيوية مثل العلوم المتعلقة بالمبيدات الحشرية وعلم التربة وعلم الوراثة وأثرها في تحسين الانتاج الزراعي. ومن الأمثلة على أثر العمل في توسيع التكنولوجيا فنذكر الصناعة الإلكترونية والتكنولوجيا الصيدلانية وتكنولوجيا الاتصالات. فالصناعة الإلكترونية مثلا بدأت في عدد محدود من السلع ولكنها عمت الآن معظم جوانب الحياة الترفيهية والضرورية

منها، وكذلك الحال في التكنولوجيا الصيدلانية إذ توسع مدى الأدوية المنتجة بشكل هائل ويكفي النظر إلى أنواع المضادات الحيوية العديدة المستخدمة حالية للدلالة على هذا الأمر، أما تكنولوجيا الاتصالات فحدث ولا حرج عن الأنواع المختلفة من المنتجات المتعلقة بهذه التكنولوجيا والتي توجت أخيرا بالإنترنت والبريد الإلكتروني.

٢- عن طريق استخدام الطريقة العلمية في البحث، والتي هي بمثابة قلب العلم والمحرك له، لحل المشكلات التكنولوجية بدلا من أتباع أسلوب التجربة والخطأ الذي كان شائعا قبل عصر الثورة الصناعية وذلك في زمن شيوع الحرف اليدوية. وهذا الأسلوب الجديد، أي استخدام الطريقة العلمية في حل المشكلات التكنولوجية، هو الذي أدى إلى دمج البحث العلمي في الصناعة المعاصرة وبالتالي إلى وجود أقسام خاصة في المصانع مهمتها البحث والتطوير. وتحديد المشكلات التي تواجه صناعة يتم عن طريق التغذية الراجعة من وكالات الشركات الصناعية في أنحاء العالم المختلفة. وبطبيعة الحال فإن البحوث العلمية التي تقوم بها أقسام البحث والتطوير في الشركات الصناعية تكون من نوع البحوث التطويرية والتي يسميها فريمان بحوثا دفاعية لأنها تدافع عن استمرارية وجود الشركة. ومع ذلك فكلما نمت هذه الشركات في الحجم والقدرة الانتاجية كلما أخذت تتعدى، فيما تقوم به من بحوث، نوع الأبحاث التطويرية الدفاعية لتشمل الأبحاث التطبيقية وحتى أن الشركات الصناعية العملاقة تهتم بالبحوث الأساسية أيضا ويسمى فريمان هذين الصنفين بحوثا عدوانية لأنها تتعلق باقتحام المجهول وعدم معرفة المردود الاقتصادي بشكل أكيد. وهذا أمر مفهوم إذ أن المردود الاقتصادي للبحوث التطويرية أقرب منالا من البحوث التطبيقية والأساسية التي قد لا يظهر مردودها الاقتصادي إلا بعد فترة زمنية قد تمتد لبضع عشرات من السنين. وبالتالي لا

تتمكن من القيام به إلا الشركات الصناعية العملاقة. والعلاقـــة الهيكليـــة بيـــن عناصر البحث والتطوير وتصميم عمليات التصنيع تختلف باختلاف البلـــدان، وبوجه خاص هناك نمطين أساسيين لهذه العلاقة؛ نمط يمثل علاقة توالي بيـــن هذه العناصر والنمط الآخر يمثل علاقة توازي كما في الشكل أدنـــاه، والـــذي يمثل الجزء الأيمن منه علاقة التوالي بينما يمثل الجزء الايسر علاقة التوازي.



نلاحظ أنه في النمط من نوع التوالي يكون هناك فصل جغرافي وعلمي بيـــن العناصر المشار إليها مما يؤدي إلى بطء التواصل بينها بينما في النمط الثـــاني (أي التوازي) فيتسم بسرعة التواصل لـــترابط عنـــاصر البحـــث والتطويـــر والتصميم الجغرافي والعلمي مما يجعل ظهور نتائج البحث على شكل منتجـــات صناعية يتم بسرعة وينتشر نمط التوالـــي للعلاقـــات بيـــن عنـــاصر البحـــث والتطوير والتصنيع في الولايات المتحدة الامريكية، بينما ينتشر نمط التـــوازي في اليابان.

٣- عن طريق العلماء والفنيين العاملين في الصناعة، وذلك بالاستفادة من معارفـــهم العلمية من جهة ومن مراسهم في الطريقة العلمية من جهة أخرى. فنتيجة لدمج البحث العلمي في الصناعة نجد أن أعدادا كبيرة من العلماء النشـــطين علميـــا يعملون في أقسام البحث والتطوير التابعة للصناعة. فبينما نجد أن نسبة العلمـــاء

العاملين في الجامعات في بلاد العالم الثالث تتعدى ٩٩% فإن هذه النسبة تقل عن ذلك بكثير في البلاد الصناعية وذلك لاستقطاب الصناعة الشديد للعلماء.

تأثير التكنولوجيا على العلم

العلاقة بين العلم والتكنولوجيا متبادلة؛ فكما أن العلم يؤثر على التكنولوجيا فإن التكنولوجيا تؤثر على العلم. ومن الممكن أن نوجز تأثير التكنولوجيا على العلم بثلاثة جوانب:

١- رفد العلم بظواهر وملاحظات جديدة للبحث وذلك عن طريق المشكلات التقنية التي تواجه التكنولوجيا. فبالنسبة للعالم فإن أية مشكلة تكنولوجية يسعى لإيجاد حل لها تمثل ملاحظة علمية يسعى إلى فهمها باستخدام الطريقة العلمية وإلى وضعها ضمن الإطار المنظم للمعرفة في حقل تخصصه، وهذا بطبيعة الحال يؤدي إلى إثراء المعرفة العلمية وتراكمها.

٢- تزويد العلم بأجهزة حديثة ودقيقة للقيام بالبحث. ذلك أن التقدم التكنولوجي أدى إلى زيادة الكفاءة والدقة التقنيتين في المجالات كافة: الالكترونيات والكهرومغناطيسية والأمور المتعلقة بالضغط والحرارة... إلخ. هذه الكفاءة والدقة أدتا إلى تصميم وتصنيع أجهزة علمية أكثر دقة من سابقاتها، ومن أمثلة ذلك الميكروسكوبات الإلكترونية وأجهزة الرنين المغناطيسي وكواشف الإشعاع المعاصرة نسبة لمثيلاتها السابقة. ولا يخفى ما لأهمية ذلك في تطوير النظريات العلمية أو هياكل المعرفة ونماذج بنحو يجعلها أكثر دقة في وصفها للوقائع المحسوسة.

٣- توفير الدعم المجتمعي، المادي والمعنوي، لدعم العلماء ونشاطهم العلمي وذلك من خلال الإحساس الملموس بأهمية التكنولوجيا في تسهيل حياة الإنسان في جوانبها كافة مما يحفز الناس بفائتهم كافة لتوفير هذا الدعم.

ويظهر هذا الدعم في تخصيص الأموال اللازمة للبحث وفي توجيه الطاقات المبدعة الملائمة نحو البحث العلمي.

براءات الاختراع: الوسيط بين البحث والتكنولوجيا

كان لدمج البحث العلمي مع الحاجات الانسانية ولكثرة الابتكارات التكنولوجية خلال القرن التاسع عشر وما يعنيه ذلك من مردود اقتصادي أثر كبير في تنظيم نسبة هذه الابتكارات لأصحابها وحفظ حقوق ملكيتها والفوائد المترتبة عليها. ونظام براءات الاختراع، الذي يقوم بهذا الدور، يعد جزءا من حفظ حقوق الملكية الصناعية والتي هي فرع من حقوق الملكية الفكرية عموما. وحقوق الملكية الفكرية هذه عبارة عن مجموعة من القواعد القانونية تهدف إلى تنظيم طائفتين من الحقوق هي:

أ- حقوق المؤلفين والمنتجين والفنانين وتعرف باسم حقوق الملكية الفنية والأدبية.

ب- حقوق الملكية الصناعية، وهي مجموعة من الحقوق المعنوية التي تتعلق بأشياء غير مادية وتعطي أصحابها حقا مانعا في احتكار استغلالها وتشمل، هذه القواعد، صنفين أساسيين هما:

١- القواعد المتعلقة بالابتكارات الصناعية الجديدة مثل النماذج الصناعية وبراءات الاختراع.

٢- القواعد المتعلقة بشارات مميزة معينة مثل العلامات التجارية والصناعية والتي يكون الغرض منها التمييز بين المنتجات أو الخدمات المختلفة عن بعضها بعضا.

وبراءة الاختراع عبارة عن حق يقدمه المجتمع لصاحب الابتكار على شكل سند يعطيه حقا مانعا في استئثار الاستفادة من اختراعه لفترة زمنية محددة.

وتختلف نُظم براءات الاختراع من مجتمع لآخر بالرغم من أن هناك أمورا مشتركة بين هذه النظم. وسنقتصر في حديثنا على الجوانب العامة دون الحاجة للبحث في التفصيلات الجزئية الدقيقة. ومما لا شك فيه أن نظام براءات الاختراع يعد أحد الحوافز الأساسية للبحث والتنقيب والابتكار عن طريق حفظ الحقوق المترتبة على ذلك. وتمنح براءة الاختراع عن الجوانب التطبيقية أي ذات الأهمية الصناعية من الاكتشافات العلمية، أما الكشوف العلمية الأساسية، كنظرية النسبية مثلا، فلا تمنح عليها براءات الاختراع. وبشكل عام هناك موضوعات رئيسية أربعة تندرج تحت حق منح البراءة وهي الابتكارات المتعلقة بـ:

١- المنتجات الصناعية الجديدة

٢- الطرق أو الوسائل الصناعية الجديدة

٣- التطبيق الجديد لطرق صناعية معروفة أو توسيع مدى استخدام هذه الطرق

٤- الاختراعات التركيبية

ولا بد للابتكار أن يحقق شروطا معينة حتى يكون صالحا لبراءة الاختراع، هذه الشروط هي:

١- وجود الابتكار، وأن يكون الابتكار جديدا

٢- أن يكون الابتكار قابلا للتطبيق الصناعي

٣- أن يكون الابتكار في موضوع يجيزه نظام البراءات السائد في المجتمع

ونشير هنا إلى أن هناك بعض الابتكارات التكنولوجية لا تمنح لها براءات الاختراع ويختلف تفصيل ذلك من مجتمع لآخر. إلا أن تشريعات معظم المجتمعات لا تجيز منح البراءة المتعلقة بالابتكارات التي تؤدي إلى أضرار بالمجتمع وبتلك التي تلبي حاجات ماسة وضرورية، وتفصيل ذلك بطبيعة الحال يختلف باختلاف

التشريعات. ومن أمثلة الابتكارات التي لا ينطبق عليها حق إعطاء البراءات، الابتكارات التي تؤدي إلى الإخلال بالآداب العامة أو بالنظام العام في المجتمع. ومن الأمثلة للابتكارات التي هي مثار جدل في التشريعات المختلفة بخصوص استحقاقها لبراءات الاختراع تلك المتعلقة بالهندسة الوراثية، سواء تعلقت بالإنسان أو سائر أشكال الحياة، نباتات أو حيوانات. ولتنظيم وتسهيل الاستفادة من براءات الاختراع على المستوى العالمي قامت المنظمة العالمية للملكية الفكرية بإنشاء مركز دولي لبراءات الاختراع في النمسا يقوم بمهمة الإدارة الدولية لكافة وثائق براءات الاختراع التي ترد إليه، ويضم هذا المركز ثلاث إدارات رئيسية:

١- إدارة أصناف الاختراعات

٢- إدارة ترتيب البراءات وتبويبها وفقا لقواعد محددة

٣- إدارة توفير البراءات لمن يقوم باستخدامها (بعد شرائها مثلا) عن طريق التصوير أو الطبع، وبطبيعة الحال يتم توثيق كافة البيانات المتعلقة بوثائق البراءات باستخدام الكمبيوتر

ويتم تصنيف براءات الاختراع إلى أصناف بموجب القواعد التالية:

١- يستخدم الرمز A للبراءات المتعلقة بالاحتياجات البشرية

٢- يستخدم الرمز B للبراءات المتعلقة بعمليات الأداء الوظيفي

٣- يستخدم الرمز C للبراءات المتعلقة بالكيمياء والتعدين

٤- يستخدم الرمز D للبراءات المتعلقة بالمنسوجات والورق

٥- يستخدم الرمز E للبراءات المتعلقة بالمنشآت الثابتة

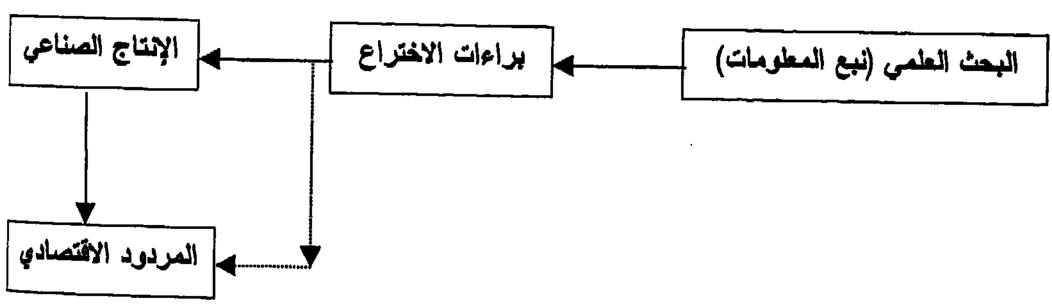
٦- يستخدم الرمز F للبراءات المتعلقة بالهندسة الكهربائية مثل الإضاءة والتدفئة

٧- يستخدم الرمز G للبراءات المتعلقة بالفيزياء

وأخيرا ينبغي أن نشير إلى أن مؤسسات البحث الحكومية والشركات الصناعية في البلاد الصناعية هي التي تحصد النصيب الأوفى من براءات الاختراع عن طريق أقسام البحث والتطوير فيها وذلك لقوة الحافز الاستراتيجي والاقتصادي لديهم، كما يتضح من قول أحد مسئولي مكتب براءات الاختراع في شركة جنرال إلكتريك: "إذا ما سبقنا أحد في هذا التطوير (مثل لمبات زئبقية من نوع حديث) فإنه ينبغي علينا أن ننفق أموالا هائلة لشراء براءات الاختراع، بينما لو قمنا بهذا التطوير بأنفسنا فإننا سنتجنب هذا الانفاق".

ولرؤية الانفاق النسبي على البحث والتطوير، الكامن وراء براءات الاختراع، في الشركات الصناعية والمؤسسات الحكومية نشير إلى تقرير مكتب تقدير أهمية التكنولوجيا في الولايات المتحدة الأمريكية لعام ١٩٨٨م إذ يبين أن مجمل الإنفاق على البحث والتطوير في الشركات الصناعية الأمريكية هو حوالي ٢٠٠٠ مليون دولار بينما مجمل الإنفاق الحكومي على البحث والتطوير هو حوالي ٣٠٠٠ مليون دولار، وهذا بطبيعة الحال للبحوث التطويرية خاصة دون البحوث الأساسية أو الفضائية.

ومما سبق نستنتج أن براءات الاختراع هي الوسيط بين البحث العلمي (بشقيه الأساسي والتطبيقي) وبين الإنتاج الصناعي كما في الشكل:



ومما تجدر ملاحظته أن العلاقة بين الرفاهية الاقتصادية وبين البحث العلمي وثمرته المتمثلة ببراءات الاختراع علاقة مباشرة ووثيقة فالولايات المتحدة الأمريكية، أكثر البلدان رفاهية اقتصادية في العالم، تنتج أكثر من ثلث المقالات المنشورة عالميا وتنتج عددا من براءات اختراع يفوق ما تنتجه سائر بلدان العالم مجتمع. هذا العدد من براءات الاختراع في أمريكا يفوق قدرة الشركات الصناعية الأمريكية في تحويله إلى منتجات صناعية مما يضطرها إلى تسويق جزء من هذه البراءات وبيعها وقد بلغ مجمل مبيعات براءات الاختراع من الولايات المتحدة الامريكية الى اليابان حوالي بليون دولار حتى آذار عام ١٩٨٧. وبطبيعة الحال فإن هناك عملية انتقاء للبراءات التي يتم الإفراج عنها؛ فالبراءات ذات العلاقة بالمنتجات التكنولوجية الاستراتيجية أو ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة ليست من ضمن ما تسوقه المؤسسات البحثية الأمريكية الصناعية أو غيرها. ينتج عن ذلك أن الولايات المتحدة الأمريكية، كمثال عن البلدان الصناعية، تستفيد بكفاءة عالية من بحوثها؛ فشركاتها الصناعية تستنفذ كامل طاقتها في تحويل ما تستطيعه وما تريده من براءات إلى منتجات ثم تسوق ما يتبقى وبالتالي تستثمر ماليا جميع نتائج البحث العلمي كما يبين الخط المتقطع في الشكل السابق.

الفصل الثالث عشر

العــولمــة

يتناول كثير من الكتاب مصطلح العولمة بالبحث والتمحيص في الزمن الحاضر. ويهتم هؤلاء الكتاب بالجوانب المختلفة لهذا المصطلح. فبينما يهتم بعضهم بالجانب الحضاري يهتم آخرون بالجانب الاقتصادي أو الاجتماعي أو التكنولوجي أو السياسي. فعالم العولمة واسع وجوانبه متعددة يصعب الإحاطة بكاملها في فصل كهذا وبالتالي سيكون حديثنا متركزا على تعريف هذا المصطلح بصورة واضحة مع تبيان بعض تأثيراته المختلفة بصورة موجزة تفي بتحديد مدلول هذا المصطلح وبلورته لدى القارئ.

مصطلح العولمة

كلمة عولمة مشتقة من عالم، وتعني جعل الشيء عالميا في انتمائه وتواجده. وقد انتشر مصطلح العولمة في الآونة الأخيرة من القرن العشرين بصورة متزامنة مع التطور الكبير الذي حصل على وسائل التواصل بين أجزاء الكرة الأرضية المتباعدة، فبينما كان التواصل، سواء المادي منه أو المعرفي، شاقا في الماضي لأن أجزاء الكرة الأرضية البعيدة كانت تعيش في شبه عزلة عن بعضها بعضا فإن هذه الأجزاء بالرغم من بعدها الجغرافي لم تعد في شبه العزلة التي كانت تتميز بها. فحدث ما يحصل في جزء من سطح الأرض يعم وينتشر في سائر أنحاء المعمورة في بضع دقائق فقط ويصبح كما لو كان حدثا عالميا من حيث تواجده والاهتمام به. والإنسان نفسه قد يتناول طعام الإفطار في مكان بينما يتناول

طعام الغداء أو العشاء في أماكن تبعد آلاف الأميال عن بعضها البعض، والتجارة العالمية وحتى التسوق المنزلي أصبح عالميا بكل ما تحمله الكلمة من معان. فالعولمة نتيجة طبيعية لتقدم وسائل الاتصالات الإلكترونية المستخدمة في نقل المعلومات (وآخرها شبكات المعلومات) ولتقدم وسائل الانتقال المادي (البشري والبضائع الخ). وقد أدى هذا التقدم إلى سهولة تدفق المعلومات على غزارة محتواها ومضامينها وإلى سهولة انتقال الإنسان وحاجياته عبر أجزاء الكرة الأرضية بصورة أبعد مما تخيله القدامى.

العولمة علميا

بطبيعة الحال فإن العولمة تعني من الناحية العلمية معلومات بلا حدود إلى حد ما فعن طريق الإنترنت نستطيع الوصول إلى مصادر المعلومات العلمية في مؤسسات البحث العلمي والجامعات في مختلف أنحاء العالم. وتشمل هذه المصادر البحوث العلمية والمرافق التعليمية لمقررات الدراسة الجامعية المختلفة والتي تكون هذه المؤسسات أو الجامعات قد أدخلتها على الإنترنت. ولا شك أن هذا الأمر يساعد على تطوير العملية التعليمية والبحثية بمعدل أسرع مقارنة بما كان عليه الحال دون العولمة العلمية هذه. وهذا يستلزم جهدا ومثابرة من العلماء وأساتذة الجامعات والباحثين والطلبة من جهة الاستفادة القصوى من عولمة المعلومات وإلا فإن الفجوة العلمية تزداد بين من يمتلك العلم والتكنولوجيا ومن لا يمتلكها ويتطلب ذلك حسن إدارة الوقت وكفاءة استثماره في البلاد التي تنوي امتلاك ناصية العلم واقتحام عتبة القرن الحادي والعشرين بخطى حثيثة نحو التطور والرقي.

العولمة حضاريا

لم يعد مجال للعزلة الحضارية عن العالم، ولكن هل هذا يعني ان الحضارة أضحت عالمية؟

قبل الإجابة على السؤال ينبغي تعريف الحضارة وتحديد مدلولها، إذ اختلف الفلاسفة والمفكرون في تعريفهم لهذا المصطلح. لكن شبنغلر الفيلسوف الألماني المعروف. كان أقربهم لواقع هذا المصطلح حينما حصرها في الجانب الفكري - والثقافي ولم يقحم فيه الجانب المادي. ولذلك نعرف الحضارة بأنها مجموعة الأفكار الأساسية التي توجه المجتمع البشري في سلوكه والناتجة عن نظرة شمولية واحدة للكون والإنسان والحياة. ذلك ان لفظ الحضارة يعني، وذلك على نقيض البداوة، العيش في الحضر في أصل الوضع اللغوي لهذا اللفظ. والذي يميز نمطا معينا من التحضر عما سواه هو تنظيم مسلكيات الأفراد في ذلك النمط واختلافه عن مسلكيات الأفراد في أنماط حضارية مختلفة. وهذا التنظيم ناشئ عن أفكار رئيسية تتعلق بتوجيه مسلكيات الإنسان ضمن الإطار الاجتماعي.

ومع عولمة وسائل نقل الأفكار المتعلقة بسلوك الإنسان من ضمن سائر المعلومات لم يعد هناك مجال للعزلة الحضارية. فالأفكار هذه تقتحم الحدود والحواجز سواء المادية أو المعنوية. فوسائل البث المرئية والمسموعة والمكتوبة وآخرها شبكات المعلومات Internet خير شاهد على ذلك. فتستحيل لذلك العزلة الحضارية ولا بد إذن من الاصطدام الحضاري والذي ينبغي أن يؤدي بدوره إلى الحوار الحضاري الذي يوصل إلى البلورة والتحديد وأخذ المعقول ونبذ ما يخالفه. هذا الأمر هو المرجو الحدوث والمؤمل الوصول إليه. ولكن واقع حال البشر يختلف: فاختلاف القدرات العقلية، والمهارات والسجايا والاختلاف بين البشر في مدى تعلقهم بالحكمة والحقيقة وفي مدى اتباعهم للأهواء والمصالح أمر واقع ملموس أثره في حياتهم. لكل ذلك، ومع عولمة وسائل نقل الفكر والمعرفة، سيبقى الاختلاف الحضاري موجودا بين بني الإنسان.

ولكن هل هذه العولمة متاحة لكافة الحضارات بنفس الدرجة؟

لبادي الرأي تبدو الإجابة على هذا السؤال نعم هي كذلك ولكن البحث والتدقيق في الأمر يبين أن الإجابة نقيض ذلك. وسبب كون العولمة غير متاحة لجميع الحضارات بنفس الدرجة يعود إلى أسباب عديدة أهمها يكمن في أن التمكن من استخدام وسائل التواصل الإلكتروني ليس ميسورا بنفس الدرجة لكافة الأمم ولأصحاب جميع الحضارات. فالفجوة التكنولوجية واقع ملموس ويعكس هذا الواقع تأثيره في عولمة المعلومات والأفكار. وحتى اللغات: فاللغة الإنجليزية أصبحت وكأنها لغة كونية يطغى استخدامها على وسائل عولمة المعلومات الأمر الذي جعل دولة عظمى، وهي فرنسا تسعى تكنولوجيا للحد من انتشار اللغة الإنجليزية واستبدال اللغة الفرنسية بها. وهذا ما عملته فرنسا ولكن هل يستطيع بلد من بلاد العالم الثالث أن يعمل ما عملته فرنسا؟ الإجابة بالتأكيد لا لأنه لا يمتلك التكنولوجيا الضرورية لذلك. وكذلك فإن الحضارات لا تنتقل، من خلال وسائل العولمة المعلوماتية بشكل مباشر تلقيني وإنما من خلال أنماط الحياة التي تترجمها والتي تبرز على شكل ممارسات حياتية معاشة سواء كانت هذه الممارسات عملية أو تجارية أو محض حياة تبرز على شكل أفلام أو مسرحيات أو غير ذلك. ونظرا لهيمنة الغرب الحضارية في نهاية هذا القرن على أشكال الحياة كافة فإن الواقع المعاش، والذي هو صدى لهذه الحضارة، هو الذي يبرز في وسائل العولمة الحضارية دون سواه. وأخيرا فإن هيمنة هذه الحضارة الغربية بقيمها ومسلكياتها تجعل النفس الإنسانية تميل إلى قبولها بحكم الألفة والعادة أكثر من سواها من أنماط الحياة والتي تبدو نشازا وشذوذا عن النمط المقبول عالميا. هذا الميل والترجيح النفسي يتضخم تأثيره بموجب نظرية الفوضى Chaos إن جاز لنا الاستعارة من علم الفيزياء حتى في حال كونه قليلا فكيف بالأمر إذا كان الميل والترجيح النفسي للحضارة الغربية ليس قليلا؟ ولذلك فالعولمة، من ناحية حضارية تخدم أصحاب الحضارة الأقدر والأقوى على امتلاك وسائل العولمة بأنواعها المختلفة. ولكن هذا ليس ناتجا عن العولمة بذاتها وإنما نتيجة ضعف الإرادة والقدرة لدى أصحاب

الحضارات الأخرى. وهذا يعني ضرورة تحلي أصحاب الحضارات الأخرى، كالمسلمين مثلا، بسجايا نفسية أساسية ككفاءة استخدام الوقت والعمل الجاد المثمر وتحديد الأولويات على مستوى الفرد والمجتمع والأمة، وإذا لم يحصل ذلك فالفجوة الحضارية تتسع والفتق يزداد والعالم لا يرحم ضعيفا متمسكنا.

العولمة اقتصاديا

العولمة كواقع معاش في نهاية القرن العشرين تعني أن العالم أصبح بأجزائه شتى كقرية واحدة من جهة التواصل المعلوماتي والمادي كما أوضحت في بداية المقال، ولهذا الأمر تأثير كبير على الاقتصاد. وهذا التأثير ناجم عن أهمية المال في حياة الإنسان من جهة وإلى أهمية التبادل التجاري والتفاعل الاقتصادي بشكل عام بين المجتمعات والدول من جهة أخرى. ويبرز التأثير الاقتصادي للعولمة بصورة واضحة في الحصول على المعلومات الاقتصادية في أنحاء الكرة الأرضية في دقائق معدودة وسهولة تدفق رؤوس الأموال ومن ثم التصرف الاقتصادي الملائم. وهذه المعلومات بطبيعة الحال قد تتعلق بالعلم اللازم للإنتاج الصناعي أو الزراعي أو غيره أو تتعلق بأسعار العملات المختلفة مثلا أو قد تتعلق بالأسواق المتعددة وأحجامها أو توافر المادة الخام، إلى غير ذلك من معلومات اقتصادية. ولا يوجد أدنى شك في الفائدة الاقتصادية الكبيرة الناجمة عن توافر مثل هذه المعلومات. إلا أن هذه الفائدة تتفاوت بتفاوت القدرة الاقتصادية ابتداء وبتفاوت القدرة على الاستفادة من تلك المعلومات ومن وسائل العولمة بكفاءة ويسر. وكل ذلك يعتمد على عوامل عديدة يظل في مقدمتها القدرة التكنولوجية والمالية والعلمية أولا وأخيرا.

وهنا أيضا، كما في العولمة حضاريا، ينعكس التفاوت في هذه العوامل بين بلدان مختلفة ليظهر على شكل تفاوت في استفادة هذه البلدان من وسائل العولمة. فمن الطبيعي والحالة هذه ان يبرز تأثير العولمة اقتصاديا على شكل تضخيم الفجوة

بين أناس الكرة الأرضية محليا وعالميا. وهذا ما عبر عنه الكاتب البريطاني ديفيد أوين إذ يقرر أن العولمة نقلت البشرية من عالم يأكل فيه الكبير الصغير إلى عالم يلتهم فيه السريع من هو أبطأ منه.

من أمثلة ذلك ان الولايات المتحدة تستثمر زهاء التريليون دولار (ألف بليون) في ميدان الاتصالات السلكية واللاسلكية ومن المتوقع أن يحيط بيل غيتس (صاحب مايكروسوفت) وما كاو (صاحب الهاتف النقال) الكرة الأرضية بكوكبة من الأقمار الصناعية تمكن أيا كان عند نقطة ما من الأرض أن يتصل بأي كان في نقطة أخرى دون الحاجة إلى تجهيزات أرضية لا في مكان الإرسال ولا في مكان الاستقبال. وكذلك عبر كرم الحلو عن هذه الظاهرة بقولة: "أما نتيجة العولمة الحتمية فهي تركيز الثروة العالمية في أيدي أقلية من الملأ بحيث اصبح لا يزيد عن خمس عشرة شركة عالمية تشكل الفاعل الحقيقي في مجال السيطرة على السوق العالمية بينما ترتفع البطالة ويزداد التفاوت مما يؤدي إلى الأزمات السياسية وتعميم الفقر". ويقول أولفييه دولفوس بخصوص ذلك في كتابه العولمة: "فالفجوة بين الغنى والفقر إن لم تسدها معالجات عقيمة حتى الأن لا بد وأن العولمة ستعمل على شد طرفيها لتوسع فيها أكثر، لا على المستوى الداخلي فحسب بل حتى على المستوى العالي".

وهذا بطبيعة الحال ليس خطأ العولمة بقدر ما هو واقع حال موجود قبل وجود العولمة ومع وجودها، وإنما سهولة التواصل أدت إلى تقصير الزمن واختصار عجلاته مما أنتج تضخيم الفجوة التي كان من الممكن أن تظهر عبر عشرات السنين بدلا من أن تظهر في أشهر أو سنين قليلة.

ومن تأثيرات العولمة الاقتصادية التي يشير إليها أحمد نجيب الشابي في مقالة له في جريدة الحياة هي أن دخول النقد الإلكتروني من الممكن أن يعصف بالركيزة الأساسية للعملات المحلية ألا وهي صك العملة وما يتبعها من جمع للجباية

وحصر لحسابات الاقتصاد. ذلك أن المعاملات في ميدان التجارة الإلكترونية يمكن ان تتم مستقبلا بمجرد تبادل وحدات القيمة الإلكترونية عبر أجهزة الحاسب الآلي الخاصة دون المرور بالقنوات المالية المألوفة وبالتالي دون خضوع هذا التبادل لرقابة المؤسسات المالية للدولة. ومن مخاطر العولمة الاقتصادية الدخول في بنوك المعلومات لشركات أو مؤسسات، عامة أو خاصة، من قِبَل شركات أو مؤسسات منافسة: أي القرصنة المعلوماتية وذلك عن طريق اختراق نظم الحماية المعلوماتية. وهنا تجدر ملاحظة أن المعلومات الصناعية والعلمية التي تنتجها الشركات أو المؤسسات البحثية لا تصبح متاحة لكافة المهتمين بها عبر وسائل العولمة إلا بالقدر الذي يريده منتجوها، وذلك عن طريق نظم الحماية التي تتبع لهذا الغرض: وهذا بدوره يعمل على زيادة الفجوة الاحتكارية بين من يمتلك أسباب التكنولوجيا وبين من لا يمتلكها كما سبق وأشرنا.

تبقى نقطة أخيرة بخصوص العولمة اقتصاديا وهي زعم البعض أنه بالنظر إلى ان الأرض قد أصبحت قرية واحدة فينبغي إلغاء أدوار البلدان المحلية في تدفق البضائع من وإلى هذه البلدان وجعلها تمر دون عوائق. والحقيقة أن هذه الفكرة تبدو جميلة وطيبة في ظاهرها ولو أنها كذلك نظريا فحسب. ويعود ذلك إلى عدم لعدم إتاحة كافة المعلومات الصناعية والعلمية للشركات والمؤسسات البحثية عبر وسائل العولمة الإلكترونية. وهو أمر مفهوم للتنافس الشديد بينها ولأن المعلومات التقنية ركن القوة الأساسي للشركات والمجتمعات، مما ينتج عنه حروب الشبكات net wars . وكذلك فإن بلدان العالم المختلفة وخاصة الصناعية منها يرتبط بعضها مع بلدان أخرى في مجموعات اقتصادية تمنحها امتيازات لا تمنح لغيرها من البلدان. وبالتالي ينتقل التنافس من بين البلدان إلى هذه التجمعات المختلفة على ظهر هذا الكوكب. بالإضافة إلى ذلك فكما سبق وأوضحنا فإن التفاوت الموجود بين بلدان

العالم المختلفة يتضخم ويزداد مما يؤدي إلى أن يبتلع القوي الضعيف على ظهر هذا الكوكب. وأخيرا فما دام الأمر كذلك فما العمل؟

لا شك أن الإجابة على هذا السؤال يعتمد على أهداف المجتمع وتطلعاته نحو مركزه في هذا الوجود. فإن كان المجتمع يسعى لأن يتبوأ مكانا لائقا له نسبة لسائر المجتمعات والأمم فلا بد إذن أن يبدأ بالعلم والتكنولوجيا السند القوي والأساسي للبنية الاقتصادية كما فصّل أنطوان زحلان في ندوة بيروت حول "العرب والعولمة". وهذا بدوره يعني إعادة النظر في بنية المجتمع الاقتصادية والتربوية وغير ذلك من الجوانب لتعضد سياسة للعلم والتكنولوجيا تكون كفيلة بالقدرة على المنافسة الاقتصادية الكفؤة، وإلا فضعيف الإرادة سيبقى ضعيف المسلك والمظهر والعالم، كما أشرنا عند الحديث عن التأثير الحضاري، لا يرحم ضعيفا.

الفصل الرابع عشر

الطاقة والموارد الطبيعية

يحتاج الإنسان إلى الطاقة وسائر الموارد الطبيعية بصورة جبلية، ولذلك فهذه الحاجة موجودة منذ بدء وجوده على سطح هذا الكوكب. ففي القديم احتاج الإنسان للطاقة الحرارية في طهو طعامه واستخدام الحيوانات لجر أمتعته من مكان لآخر واستفاد من الطاقة الشمسية في تزويده بالدفء وفي تجفيف ملابسه وكذلك استفاد من بعض الموارد الطبيعية التي كانت ميسورة له مثل الطين والخشب والحجارة. ومع تطور حياة الإنسان اكتشف الإنسان مصادر جديدة للطاقة، وأنواع إضافية من الموارد الطبيعية مثل الحديد والنحاس وغيرها. فبعد أن كان يقتصر الإنسان على الاستفادة من الطاقة الشمسية المباشرة أو الطاقة الحرارية الناتجة عن حرق الوقود العضوي المتوافر بشكل مباشر كجذوع الأشجار مثلا اكتشف الإنسان الوقود العضوي الذي يحتاج إلى جهد بشري لاستخراجه مثل الفحم الحجري ثم بعد ذلك النفط اللذان ازداد معدل استخدامهما بدرجة متسارعة مع النمو الصناعي. ومنذ القرن التاسع عشر للميلاد وحتى الآن، ومن خلال البحث العلمي المكثف، اكتشف الإنسان أنواعا جديدة للطاقة مثل الطاقة الكهرومغناطيسية والطاقة النووية والطاقة الحرارية في باطن الأرض والتفت إلى إمكانية الاستفادة من طاقة الرياح وطاقة الأمواج في المحيطات.

ما هي الطاقة؟

تعد الطاقة أحد المفاهيم العلمية المهمة، وتعرف بدلالة إحـــدى خصـــائص المادة المحسوسة. فالطاقة عبارة عن تلك الخاصية للمادة التي تمكنها مـــن تغيـــير وضعها أو وضع سواها من أنواع المادة في الفضاء. فالجسم المتحـــرك كالســـيارة مثلا تمتلك هذه الخاصية لأنها تغير وضعها في الفضاء خلال حركتها وبالتالي فـــهي تملك طاقة نسميها طاقة حركة. والجسم الموجود عند ارتفاع معيـــن مـــن ســـطح الأرض لا يبقى عند الارتفاع نفسه إلا إذا ارتكز على شيء يحـــول دون ســـقوطه بفعل جاذبية الأرض؛ فهو يمتلك خاصية الطاقة (القدرة على تغيير وضـــع نفســـه)، وتسمى هذه الطاقة طاقة الوضع الجاذبي بحكم امتلاك الجسم لها نتيجـــة لوضعـــه بالفضاء في المجال الجاذبي الأرضي. وقطعة الحديد التي نمســـكها بـــالقرب مـــن مغناطيس تمتلك طاقة وضع مغناطيسي، ذلك لأننا إذا أفلتناها فإنها ستتحرك باتجـــاه المغناطيس. وهناك أيضا طاقة وضع كهربائية وطاقة وضع نووي. وكذلـــك فـــإن الرياح تحمل طاقة حركة لقدرتها على تغيير أوضاع الأجسام التي تصطـــدم بـــها، والملازمة لحركتها وكذلك الأمر بالنسبة لأمواج البحار والمحيطات.

مصادر الطاقة وأنواعها

من الممكن تصنيف مصادر الطاقة بناء على مدى ديمومتها إلـــى صنفيـــن أساسيين هما:

١- مصادر الطاقة المستنفذة أو التقليدية

وهي المصادر الموجودة بشكل يؤدي إلى استنفادها في فترة زمنية قصـــيرة نسبيا مع استمرار استخدام الإنسان لها، وتتكون بالتحديد من أنواع الوقود العضـــوي مثل الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي.

٢- مصادر الطاقة غير المستنفدة أو المتجددة.

وهي تلك المصادر التي لا تستنفذ في فترات زمنية قصيرة مثـل الشمس والأخشاب والرياح والمياه المتدفقة، والطاقة النووية. ومن الضروري ملاحظة أن الطاقة المستخدمة من قبل الإنسان ينبغي أن تحقق شرطين أساسيين:

فأولا: ينبغي أن تكون متوفرة في جميع الأوقات التي يحتاج فيــها الإنسان إلى استخدامها سواء في الليل أو في النهار.

وثانيا: ينبغي أن تكون الطاقة قابلة للتحويل إلى الشكل الذي يحتاجه الإنسان.

فمثلا الطاقة الشمسية متوفرة بشكل مباشر في النهار فقط مع أن الإنسان قد يحتاج إلى الطاقة في الليل، وكذلك طاقة الرياح غير متوفرة في كافة الأوقات بنفس المعدل أي أن توفرها غير منتظم. بالإضافة إلى ذلك فإن الإنسان يحتاج إلى الطاقة بأشكال عديدة؛ فهو يحتاج إليها على شكل حرارة وعلى شكل إضاءة وعلــى شــكل حركة... إلخ. وبالتالي ولتحقيق الأمرين المذكورين أعلاه ينبغي ان تتوافر وســيلة خزن الطاقة لحين أوقات استخدامها (أو لكافة الأوقــات) وكذلــك الأمــر بالنسبة لإمكانية تحويل الطاقة إلى الشكل المرغوب فيه وهذا مـــا تقــوم بــه التكنولوجيا المناسبة والناتجة عن تطور العلوم الأساسية.

وغالبا ما يتم تحويل الطاقة من الشكل الموجودة فيه أصـــلا إلــى الشكل الكهربائي للطاقة ومن ثم تحويل الطاقة الكهربائية إلى الشكل الذي نريد سواء كــان ذلك حرارة أو ضوءا أو حركة او غير ذلك. ويتم هذا التحويل عن طريق محطـات توليد الكهرباء، والتي يوجد أنواع عديدة منها حسب مصدر الطاقة المستخدم. ومــن أشهر أنواع محطات توليد الطاقة الكهربائية: محطات الوقـــود التقليــدي (النفــط) والمحطات النووية لتوليد الطاقة الكهربائية ومحطـــات توليــد الطاقـــة الكهربائيـــة باستخدام الرياح أو الطاقة الشمسية. وتتفاوت هذه الأنواع من محطات توليد الطاقـــة

الكهربائية في كفاءاتها ومقادير الطاقة الكهربائية التي تولدها وفي انتظام الطاقة الناتجة عنها وفي تلويثها للبيئة. فأكثرها تلويثا للبيئة المحطات التقليدية ولو أن المحطات النووية تتضمن تلويثا كامنا للبيئة بحيث انه إذا انتقل من طور الكمون إلى الفعل يكون أشد ضررا من التلوث الناتج عن المحطات التقليدية. وأكثر محطات توليد الطاقة الكهربائية نقاوة هي تلك التي تستخدم الرياح أو الطاقة الشمسية ولو أن الطاقة الكهربائية الناتجة في هاتين الحالتين تكون غير منتظمة وتحتاج إلى وسائل لخزنها ثم الاستفادة منها بشكل منتظم.

أما أنواع الطاقة من جهة منشأها العلمي فهناك ثلاثة أنواع منها:

١- الطاقة الكهرومغناطيسية

وهي الطاقة ذات المنشأ الكهربائي والمغناطيسي، وتكون مصاحبة للمجالين الكهربائي والمغناطيسي. ومن أمثلة ذلك الطاقة التي يحملها الضوء وسائر أجزاء الطيف الكهرومغناطيسي كالأشعة السينية والأشعة تحت البنفسجية وفوق الحمراء. وقد توجد الطاقة الكهربائية والطاقة المغناطيسية بمعزل عن بعضهما بعضا كما في حالة الطاقة الكهربائية المخزونة بين لوحي مكثف كهربائي على شكل مجال كهربائي أو الطاقة المغناطيسية المخزونة في الفضاء الفاصل بين قطبي مغناطيسين على شكل مجال مغناطيسي.

٢- الطاقة الجاذبية.

وهي الطاقة الكامنة (المخزونة) في الفضاء الفاصل بين الأجسام المادية (ذوات الكتل) والتي يفصل بينها الفضاء. وهذا النوع من الطاقة ناتج عن ميل الأجسام المادية للتجاذب نحو بعضها بعضا، ففي حالة كونها مفصولة فضائيا فإنها تمتلك القدرة على تغيير وضعها (أي الحركة) وذلك بانجذابها نحو بعضها بعضا.

٣- الطاقة النووية

وهي الطاقة المسؤولة عن جذب مكونات نوى الذرات للعناصر المختلفة وحصرها في فضاء معين لتشكل النواة، وفي حالة إحداث تغيير في ترتيب هذه المكونات النووية داخل النوى نحصل على فائض من الطاقة على شكل حرارة أو إشعاعات. ويحصل هذا التغيير إما بصورة طبيعية، كما في النشاط الإشعاعي الطبيعي، أو بصورة من فعل الإنسان كما في النشاط الإشعاعي الصناعي، وذلك عن طريق التفاعلات النووية. وقد تستخدم الطاقة النووية إما على شكل طاقة إشعاعية أو على الشكل الحراري، والذي تحمله نواتج التفاعل النووي، المتولد عنها في مجالات الحياة كافة في السلم او في الحرب.

استخدامات الطاقة

يكاد يكون من المستحيل أن نحصر استخدامات الطاقة في أمور محددة؛ فالطاقة تلزم للإنسان في مجالات حياته كافة تقريبا. فمجرد أن الإنسان يحيا حياته فهو يقوم باستهلاك الطاقة الكيميائية، المختزنة على شكل روابط بين ذرات العناصر المكونة للمركبات الغذائية من بروتين وكربوهيدرات ومركبات معدنية إلخ. والإنسان يحتاج إلى الطاقة في الانتقال من مكان لآخر ويحتاج إليها لطهو الطعام وغسيل الملابس وفي أدوات الترفيه والتواصل كالتلفزيون والراديو، اللذان يستهلكان كميات صغيرة من الطاقة مقارنة بالأجهزة المنزلية الأخرى كالمكواة الكهربائية أو السخانات الكهربائية أو غير ذلك. ونستطيع أن نصنف الاستخدامات المختلفة للطاقة كالآتي:

١- **الاستخدامات المنزلية**، كتلك المذكورة أعلاه.

٢- **الاستخدامات الصناعية**

ذلك ان المصانع تستهلك كميات هائلة من الطاقة لإدارة الآلات التي تنتج السلع المختلفة.

٣- **الاستخدامات الزراعية**

سواء في صنع المعدات الزراعية من آليات أو أسمدة كيميائية أو مبيدات حشرية أو في خزن الطاقة الشمسية عن طريق البيوت البلاستيكية أو استخدام الطاقة النووية (الإشعاعات) لتعقيم المنتجات الزراعية أو غير ذلك.

٤- **الاستخدامات الطبية**

سواء كان ذلك في التشخيص أو في العلاج كما في التصوير السيني أو استخدام النظائر المشعة.

٥- **استخدام الطاقة في التواصل**

سواء كان ذلك في التواصل المادي، مثل انتقال الناس والبضائع من مكان لآخر على سطح هذا الكوكب أو خارجه (الرحلات الفضائية)، أو التواصل المعنوي (المعلوماتي) كما في التلفونات بأنواعها المختلفة أو شبكات المعلومات (الإنترنت) وكما في وسائل الترفيه المختلفة.

٦- **استخدام الطاقة في الحرب**

ويتضح ذلك في أنواع المعدات الحربية والأسلحة المختلفة، سواء كان ذلك على شكل صواريخ سواء كانت قصيرة أو بعيدة المدى. أو على شكل طائرات حربية أو أسلحة نووية.

حدود النمو

قامت مجموعة من الباحثين في معهد مسانتشوستش للتكنولوجيا MIT عام ١٩٧٣ بدراسة قدموا نتائجها على شكل تقرير لنادي روما تتعلق بمحددات الحياة على سطح الأرض وأطلقوا إسم "حدود النمو" على هذه الدراسة. وقد اعتبر الباحثون، في دراستهم، الأرض كنظام متكامل وشبهوها بقارب مغلق به كمية محدودة من الموارد وعدد من الركاب. ومع استمرار حياة الناس في القارب يتم استنفاد موارده وطاقته ويحصل تلويث بيئته وتضيق المساحة المخصصة لكل راكب. وهذا تمثيل جيد وقريب من الواقع حسب تصورهم؛ ذلك أن الأرض محدودة المساحة ومحدودة الموارد والطاقة وعدد السكان يتزايد باستمرار وهم يلوثون البيئة كنتيجة طبيعية لحياتهم وتزداد حدة هذا التلوث نتيجة التكنولوجيا بشكل كبير. وكان السؤال الذي حدّده الباحثون في دراستهم هو: "هل هناك حدود زمنية تصل عندها ظروف الأرض درجة غير محتملة لاستمرار حياة الإنسان على سطحها، ومتى نصل إلى هذه الحدود إن كانت موجودة؟ وتتعلق هذه الحدود بوصول تلوث البيئة الناجم عن النمو التكنولوجي، إلى حدود تصبح الحياة غير محتملة معها وباستنفاد موارد الأرض بشكل يؤدي إلى عدم كفايتها لتلبية احتياجات الأجيال اللاحقة من هذه الموارد عند لحظة ما وأخيرا تتعلق بعدم كفاية الأرض اليابسة لسكانها. وأخذ هؤلاء الباحثون بالاعتبار عوامل عديدة أهمها ما يلي:

- تزايد عدد السكان بالمعدل الكبير الذي تشهده البشرية حاليا
- تزايد استخدام وسائل تحديد النسل والحد من النمو السكاني
- استخدام أنظمة صناعية تحد من تلوث البيئة الناجم عن الصناعة
- تدوير الموارد، أي إعادة استخدام الموارد بعد إنتاجها

وخلصت الدراسة إلى ما يلي:

"إذا استمرت اتجاهات النمو في سكان العالم والتصنيع والتلوث وإنتاج الغذاء واستنزاف الموارد بدون تغيير، فإننا سنصل إلى حدود النمو على هذا الكوكب خلال المئة سنة القادمة. وأكثر النتائج احتمالا سيكون انحطاط مفاجئ وعشوائي في السكان وفي القدرة الصناعية".

ونلاحظ من استقراء الأدبيات حول هذا الموضوع أن فكرة هذه الدراسة، أي حدود النمو، قد سيطرت على أذهان الباحثين بحيث انها قد ترجمت إلى عمل تمظهر على شكل مؤتمرات تبحث في جزئياتها المختلفة مثل: مؤتمر الأرض ومؤتمرات السكان ومؤتمرات البيئة وتلوثها في أماكن مختلفة من هذا الكوكب. ذلك أنه من الطبيعي أن تنشأ عن نتائج هذه الدراسة الأمور التالية والتي هي مواضيع بحث المؤتمرات المشار إليها أعلاه:

١- ينبغي أن تبذل جهود ملموسة للحدّ من عدد السكان في البلدان المختلفة وذلك بنشر وسائل الحدّ من النسل والترويج لها.

٢- ينبغي الحدّ من تلوث البيئة وذلك بالتقليل من النمو الصناعي واتباع نظم صارمة في ذلك، ومن ذلك استخدام وسائل تكنولوجية في المصانع للتخفيف من تلوث البيئة أو باستخدام معدات إعادة التصميم الصناعي أو إقامة صناعات جديدة.

٣- ينبغي العمل الجاد من أجل إعادة استخدام الموارد، أي تدويرها، بعد إنتاج السلع والانتهاء من استخدامها أي عند تلفها.

ومع ذلك فقد رأى بعض الباحثين أن هناك خللاً كبيرا في هذه الدراسة وذلك لعدم أخذهم بالاعتبار عوامل لا تقل أهمية عن العوامل التي أخذتها الدراسة بالاعتبار، ومن هذه العوامل:

١- النمط الاستهلاكي للحياة البشرية والدافع الربحي المادي في توجيه هذا النمط وتعزيزه وعلاقة ذلك بهدر الموارد والطاقة او بتلوث البيئة الذي سبق وتكلمنا عنه عند الحديث عن أهمية العلم والتكنولوجيا.

٢- سوء توزيع استخدام الموارد والطاقة سواء كان ذلك على المستوى المحلي أو العالمي حيث تستهلك أقلية من سكان هذا الكوكب أكثرية موارده وطاقته.

٣- سوء استخدام الإنسان للموارد والطاقة، من أمثلة ذلك: هدر مقادر كبيرة منها في صناعات بعيدة عن حاجات الإنسان كصناعات الحرب ومعداتها والترويج لاستخدامها وكبعض أنواع التكنولوجيا العلمية مثل المسارعات النووية الضخمة أو تكنولوجيا الفضاء وبعض أنماط المعيشة وضرورة ترشيدها.

٤- أن تقديرات احتياطات الموارد المعدنية والنفط التي اعتمدتها الدراسة غير دقيقة وذلك لأن المسح الفيزيائي لم يشمل كافة أراضي هذا الكوكب من جهة ولأن شركات التعدين وشركات النفط لا تهتم بالتنقيب وإجراء عمليات المسح اللازمة عندما ترى أن المخزون التقديري في وقت ما يفوق ما تستطيع استخراجه خلال فترة امتيازاتها لعدم وجود حافز لذلك كما يقرر تانزر. وانظر إلى و. س. كلارك في مقالته إدارة كوكب الأرض المنشورة في مجلة العلوم عدد آذار / ١٩٩٠ إذ يقول: "وعلى الرغم من أن معرفتنا بنظام الأرض تتسع بسرعة، فإننا لا نعرف حتى الآن ما يكفي عنه، كي نحكم بثقة كم هو التغير الذي يمكن أن يتحمله هذا النظام ككل، أو ما هي قدرته على دعم واستدامة التطور البشري".

٥- أن المهم بالنسبة للتكهنات بعيدة المدى بخصوص وفرة الموارد هو "أساس المورد" وليس احتياطي المورد. ويمثل أساس المورد لمعدن ما كمية المعدن الموجودة فعليا في قشرة الأرض بينما احتياطي المورد فكرة مطاطة تتوقف، كما يقرر مايكل تانزر في كتابه "التسابق على الموارد"، على مستوى التقنية

التي تؤثر على كلفة الانتاج. ولذلك تلحظ إحدى الدراسات كما يشـــير تـــانزر بحق:

"نقرأ في كتاب "حدود النمو" أن النمو الأسي يؤدي إلى اختزال المدة الاحتماليـة لتوافر الالمنيوم من ١٠٠ سنة إلى ٣١ سنة". لا يمكن لهذا أن يكون صحيحـــا، وكما قال عالم الجيولوجيا دين ف. فراشيه في عام ١٩٦٢م: "لن يقع الاســتنفاد الكامل لأي مورد معدني. إذ أن المعادن والصخور غير المستثمرة ستظل دائما في قشرة الأرض والمشكلة الأساسية هي كيفية تفادي الوصول إلى النقطة التــي يكون فيها استثمار هذه الموارد المعدنية باهظ الكلفة، بسبب عمقها أو حجمــــها أو نوعيتها، إلى حد أننا لا نستطيع إنتاج حاجاتنا من دون أن نخل تماما ببنياتنــا الاجتماعية والاقتصادية".

وللاستئناس انظر إلى الجدول التالي الذي يبين توقعات بقاء أساس المـــوارد لبعض السلع المعدنية المختارة كما يورده تانزر في كتابه المشار إليه سابقا.

السلعة المعدنية	أساس المورد (بالطن)	معدل الإنتاج السنوي ١٩٧٢-١٩٧٤ (بالطن)	توقعات البقاء بالسنين بأربعة معدلات نمو				معدل نمو الانتاج السنوي ١٩٤٧-١٩٧٤
			صفر %	٢%	٥%	١٠%	%
الميتيوم	٢,٠×$١٠^{١٨}$	١٢,٠×$١٠^{٦}$	١٦٠,٠×$١٠^{٩}$	١١٠٧	٤٦٨	٢٤٧	٩,٨
الأثمد	١٤,٩×$١٠^{١٢}$	٧٠,٠×$١٠^{٣}$	٢١٤,٠×$١٠^{٦}$	٧٧١	٣٣٢	١٧٧	٢,٤
باريوم	٩,٤×$١٠^{١٥}$	٢,٤×$١٠^{٦}$	٤,٠×$١٠^{٩}$	٩١٨	٣٩٢	٢٠٨	٤,١
كروميوم	٢,٦×$١٠^{١٥}$	٢,١×$١٠^{٦}$	١,٣×$١٠^{٩}$	٨٦١	٣٦٨	١٩٦	٥,٣
كوبالت	٦٠٠,٠×$١٠^{١٢}$	٢٥,٣×$١٠^{٣}$	٢٣,٨×$١٠^{٩}$	١٠٠٩	٤٢٨	٢٢٧	٥,٨
النحاس	١,٥×$١٠^{١٥}$	٧,٠×$١٠^{٦}$	٢١٦,٠×$١٠^{٦}$	٧٧٢	٣٣٢	١٧٧	٤,٨
الذهب	٨٤,٠×$١٠^{٩}$	١,٣×$١٠^{٣}$	٦٢,٨×$١٠^{٦}$	٧٠٩	٣٠٧	١٦٤	٢,٤
الحديد	١.٤×$١٠^{١٨}$	٠,٥×$١٠^{٩}$	٢,٦×$١٠^{٩}$	٨٩٨	٣٨٣	٢٠٣	٧,٠
الرصاص	٢٩٠,٠×$١٠^{١٢}$	٣،٥×$١٠^{٦}$	٨٣,٥×$١٠^{٦}$	٧٢٤	٣١٣	١٦٧	٣,٨
مغنيزيوم	٦٧٢,٠×$١٠^{١٥}$	٥,١×$١٠^{٦}$	١٣١,٥×$١٠^{٩}$	١٠٩٥	٤٦٣	٢٤٤	٧,٧
مانغنيز	٣١,٢×$١٠^{١٥}$	١٠,١×$١٠^{٦}$	٣,١×$١٠^{٩}$	٩٠٦	٣٨٦	٢٠٥	٦,٥
الزئبق	٢,١×$١٠^{١٢}$	٩,٤×$١٠^{٣}$	٢٢٣,٥×$١٠^{٦}$	٧٧٣	٣٣٣	١٧٨	٢,٠
موليبدينوم	٣١,٢×$١٠^{١٢}$	٧١,٦×$١٠^{٣}$	٤٣٦,٠×$١٠^{٦}$	٨٠٧	٣٤٦	١٨٥	٧,٣
النيكل	٢,١×$١٠^{١٢}$	٠,٧×$١٠^{٦}$	٣,٢×$١٠^{٦}$	٥٥٩	٢٤٦	١٣٣	٦,٩
البلاتين	١,١×$١٠^{١٢}$	٠,٢×$١٠^{٣}$	٦,٧×$١٠^{٩}$	٩٤٤	٤٠٢	٢١٣	٩,٧
الفضة	١,٨×$١٠^{١٢}$	٩,٣×$١٠^{٣}$	١٩٤,٢×$١٠^{٦}$	٧٦٦	٣٣٠	١٧٦	٢,٢
الصفيح	٤٠,٨×$١٠^{١٢}$	٠,٢×$١٠^{٦}$	١٧٢.٢×$١٠^{٦}$	٧٦٠	٣٢٧	١٧٥	٢,٧
تيتانيوم	١٥٣,٦×$١٠^{١٥}$	١,٢×$١٠^{٦}$	١٢٤,٠×$١٠^{٩}$	١٠٩٢	٤٦٢	٢٤٤	٩,٥
توتغستين	٢٦,٤×$١٠^{١٢}$	٣٩,٠×$١٠^{٣}$	٦٧٧,٢×$١٠^{٦}$	٨٢٩	٣٥٥	١٨٩	٣,٨
فناديوم	٣,٤×$١٠^{١٥}$	١٥,٧×$١٠^{٣}$	٢١٣،٨×$١٠^{٩}$	١١٢٠	٤٧٣	٢٥٠	١١,١
الزنك	٢,٢×$١٠^{١٥}$	٥,٦×$١٠^{٣}$	٣٩٨,٦×$١٠^{٩}$	١١٥١	٤٨٦	٢٥٦	٤,٧

توقعات بقاء أسس الموارد لبعض السلع المعدنية المختارة

يتضح مما سبق أن الموارد المعدنية، باستثناء النفط والغاز الطبيعي ستظل متوافرة على المديين القريب والبعيد وأنها كما يقرر تانزر قد تظل كذلك إلى مستقبل لا محدود إذا ما انخفض معدل نمو استخدامها و/أو إذا أعيد استعمالها، فهناك إذن وفرة في الموارد المعدنية. أما بالنسبة للنفط والغاز الطبيعي فحتى لو استنفد هذان المصدران للطاقة فإن هناك بدائل أخرى من مصادر الطاقة المتجددة أو غير المستنفدة ولو أن ذلك يتطلب جهودا بشرية في البحث العلمي الدؤوب للتوصل إلى أنواع من التكنولوجيا لجعل استخدام مصادر الطاقة المتجددة ممكنا. وبالتالي فلا توجد أزمة طاقة سواء كان ذلك محليا او عالميا وإنما هناك وفرة فيها بالرغم أن هذا يستلزم جهودا علمية متواصلة.

٦- بالنسبة لعامل السكان فالنمو ليس أسيا كما يرى الباحثون وذلك لوجود عوامل طبيعية أو واقعية تحد من ذلك. فالعوامل الطبيعية تشمل الأمراض، والكوارث الطبيعية كالزلازل والفيضانات وغير ذلك، والعوامل الواقعية تشمل الحروب والتي هي جزء من الجبلة الإنسانية مهما انسقنا وراء الأحلام الوردية التي يطمح إليها الإنسان من حيث هو إنسان ولكن هناك فرق بين النظرية والواقع وبين الحلم والحقيقة.

نلاحظ مما سبق خطأ النتائج التي توصل إليها الباحثون في كتاب "حدود النمو" الذي قدم على شكل تقرير لنادي روما، وذلك ناجم عن سيطرة النظرة المادية من جهة تشخيصهم للمشكلة الاقتصادية وأنها مشكلة ندرة الموارد، وعدم شمول دراستهم للعوامل المشار إليها آنفا. أما من حيث المشكلة الاقتصادية فهي مشكلة توزيع الموارد ونمط استخدامها وليست مشكلة ندرة كما أشار إلى ذلك العديد من الباحثين ومنهم: مايكل تانزر وفرانسيس لابيه وزميلها كولنز في كتابهم صناعة الجوع الذي تولت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي نشره في سلسلة عالم المعرفة ورمزي زكي في كتابه المشكلة السكانية أو خرافة المالتوسية الجديدة.

الفصل الخامس عشر

العلم والسلوك الإنساني

بالرغم من التقدم الكبير الذي شهده القرنان التاسع عشر والعشرين في مجالي العلم والتكنولوجيا فإن البحث في المجالات الإنسانية لم يشهد تطورا مماثلا بالرغم من البحوث الجادة من العديد من العلماء. وقد أشار العالم جون زايمان في كتابه الموسوم "بقوة المعرفة: البعد العلمي للمجتمع" إلى هذه القضية وقرر: بأن العلوم الاجتماعية ما زالت تنتظر مثيلا لاسحق نيوتن في العلوم الطبيعية. وإذا ما تذكرنا بأن اسحق نيوتن هو مؤسس علم الميكانيكا، والذي يمثل أحد الفروع الرئيسية للعلوم الطبيعية، بمعنى أنه أول من وضع الأسس والقواعد العامة لهذا العلم فإننا نستنتج بأن العلوم الاجتماعية (والإنسانية) ما زالت في مرحلة ما قبل التأسيس؛ أي تفتقر إلى القواعد والأسس العامة التي تضبط البحوث المتعلقة بها. وقبل جون زايمان بحوالي نصف قرن أشار ألكسيس كاريل إلى بدائية المعارف الإنسانية قائلا مقالته آنفة الذكر: **"ليس بنو البشر مادة صالحة للبحث العلمي..."**

ويقول أيضا: "إن جهلنا بأنفسنا ذو طبيعة عجيبة، فهو لم ينشأ من صعوبة الحصول على المعلومات الضرورية، أو عدم دقتها، أو ندرتها... بل بالعكس، إنه راجع إلى وفرة هذه المعلومات وتشوشها بعد أن كدستها الإنسانية عن نفسها خلال القرون الطويلة...".

أما بالنسبة للعلوم الطبيعية والتكنولوجيا فعلى الرغم من التطور الكبير الذي طرأ عليهما إلا أن نموهما هذا كان اعتباطيا عشوائيا لم يأخذ إنسانية الإنسان

بالاعتبار بسبب جهل الإنسان بنفسه من جهة وبسبب اتباع الإنسان لأهوائه وغرائزه من جهة أخرى. يقول ألكسيس كاريل بخصوص هذا الأمر: "إن الحضارة العصرية تجد نفسها في موقف صعب لأنها لا تلائمنا، فقد أنشئت دون أي معرفة بطبيعتنا الحقيقية، إذ أنها تولدت من خيالات الاكتشافات العلمية وشهوات الناس وأوهامهم ونظرياتهم ورغباتهم".

فكأن نمو المعرفة العلمية والتكنولوجية شيء وإدارة الإنجازات العلمية شيء آخر فالأول منهما يتعلق بالمادة الجماد بينما الثاني يتعلق بالإنسان وخصائصه.

ومما يدل على حقيقة الأمر وجديته لانعقاد مؤتمرات تتعلق بهذه الأزمة التي تعاني منها المعارف الإنسانية. ولعل أزمة الوجود هذه أمر جبلي يصعب تلافيه لكون موضوع بحثها معقد إلى درجة عالية تتشابك فيه عوامل نفسية وعقلية واجتماعية وفسيولوجية تجعل من الصعب أخذها بالاعتبار بشكل متناغم. سنتناول في هذا الفصل تأثير بعض الأفكار والمسلكيات العلمية على السلوك الإنساني بشكل عام وهو موضوع طريف لم يلق حظا كبيرا من العناية والاهتمام بالرغم من أهميته في النواحي الإدارية الفنية لحياة الإنسان.

فكرة الإطار الإسنادي (المرجعي)

عندما يقوم علماء الفيزياء بوصف الظواهر الفيزيائية فإنهم يبدأون بتحديد إطار إسنادي أو مرجعي يسندون وصف الحركة إليه. ويختلف شكل القوانين الفيزيائية باختلاف الأطر الإسنادية ويتم تحديد الكيفية التي بموجبها يتم تغيير شكل القوانين من إطار لآخر. وإذا لم يتم تحديد الإطار الإسنادي في وصف ظاهرة معينة فإن هذا الوصف لن يكون صحيحا، وغالبا ما يقع المتعلمون في العلوم

الطبيعية في مثل هذا الخطأ. السؤال الذي نطرحه هو: هل لهذه الفكـرة، أي فكـرة الإطار الإسنادي، مثيل من جهة الأهمية في الحياة الإنسانية؟

الحقيقة أن لهذه الفكرة أهمية مباشرة في إدارة السلوك الإنساني، وهو جانب تقني فني غير حضاري في طبيعته، سواء كان ذلك على مستوى الفرد أو المجتمـع. وأهمية هذه الفكرة تكمن في إدارة الحوار بين طرفين؛ سواء كان الطرفين ممثليـــن لدولتين أو مجرد شخصين عاديين يتداولان حديثا عاما. ذلك أنه حتى يكون الحـوار مجديا فإن الإطار المرجعي للحوار ينبغي أن يكون محــددا ومعروفـا للطرفيـن. ويقصد بالإطار المرجعي مجموعة من القواعد يتم الاتفاق عليـــها كمرجعيـة يتـم الرجوع إليها في حال الاختلاف في الرأي، ولا تخفى أهمية تحديد هذا الإطار فــي الحوار، إذ أن عدم تحديد مثل هذا الإطار المرجعي سبب أساسي للاختـــلاف فــي الآراء.

فكرة تحديد المشكلة البحثية

عادة ما يقوم العالم الباحث، في نشاطه العلمي، بتحديد المشكلة البحثيـــة أو القضية قيد الدرس قبل البدء في بحثها. وهذا يساعد في تســليط الضــوء وتركـيز الفكر على هذه القضية وعدم تشتت الذهن في قضايـــا أو جوانـب لا تمـت لـهذه المشكلة بصلة حين بحثها، وفي ذلك ما لا يخفى من الأهمية للتفكير المنتج والفعـال. ولا شك أن تطبيق هذه الفكرة أمر ضروري في اختصار الوقت لحـــل المشـكلات والقضايا الإنسانية والاجتماعية بشكل عام.

فكرة التطور في علم الحياة

ونعني بفكرة التطور انتقال أنواع الكائنات الحية مــن نـوع لآخـر بفعـل ميكانيكية الانتقاء الطبيعي والبقاء للأصلح نتيجة الصراع الطبيعي بين أفراد الأنواع المختلفة من الكائنات الحية. وهي، كما يقرر أحد العلماء الفرنسيين، تعد في أفضـل

الأحوال نظرية مهزوزة علميا إذا ما قيست بالمنهج العلمي المتزن (أنظـر كتـاب الداروينية كما ترى اليوم الذي ترجمه عن الفرنسية الدكتور وائل الأتاسي). وحقيقة الأمر أنها محض فرضية لا أكثر لأنها لم تخضع للتجريب العلمـي وإنمـا فكـرة طرحت لتفسير تنوع الكائنات الحية ولم يتم التحقق تجريبيا منها لاقتضاءها أزمنـة طويلة على المستوى الجيولوجي. وقد لقيت هذه الفكرة رواجا كبيرا فـي الأوسـاط العلمية خلال القرن التاسع عشر للميلاد بسبب انسجامها مع النظرة الماديـة التـي كانت مهيمنة آنذاك في أوروبا، وقد استخدمها علماء الاجتماع فيما أطلقـوا عليـه التطور الاجتماعي. فما مدى أحقية هذا الاستخدام؟ الحقيقة أن هذا الاستخدام خـاطئ وذلك للسببين التاليين:

فأولا: الفكرة من ناحية علمية ليست حقيقة وليست قانونـا علميـا وإنمـا محـض فرضية، بالرغم من أن الصراع الطبيعي بين الأنواع وأفراد نفس النوع مـن الكائنات الحية يفرز حقيقة البقاء للأصلح لكن هذا لا يؤدي لانتقال أفراد نـوع إلى نوع آخر.

وثانيا: أنه من الخطأ أن نعتمد على القياس الشمولي ونعمم ما يحصل في الكائنـات الحية النباتية والحيوانية على الإنسان ومجتمعه البشري. ذلك أن الحياة فـي الغابة مثلا محكومة بنتائج الصراع الطبيعي ضرورة لكونها غريزية الطـابع، أما في المجتمع البشري فالحياة ليست محكومة بالغريزة وإنما هنـاك أنظمـة وتشريعات تضبط حياة الإنسان في مجتمعه. بالإضافة إلى ان الإنسان يمتلـك عقلا وفكرا يوجه سلوكه. فالأمر ليس متروكا لقانون الغاب والمتمثـل فـي البقاء للأصلح كنتيجة طبيعية للصراع الطبيعي.

قوانين نيوتن في علم الحركة

هناك ثلاثة قوانين أساسية في علم الحركة تعرف بقوانين نيوتن. الأول منها ينص على أن الجسم الساكن يبقى ساكنا والجسم المتحرك بسرعة منتظمة يبقى متحركا بنفس السرعة وبنفس الاتجاه ما لم تؤثر عليه قوة خارجية أو بصياغة أخرى تبقى الأجسام بنفس الحالة الحركية ما لم تؤثر فيها قوة خارجية، وتحدد الحالة الحركية بتحديد الموضع والسرعة مقدارا واتجاها. فهل من الممكن أن نعمم هذا القانون ونجد له مثيلا في الحياة الإنسانية؟ ففي حالة وجود مثيل له تكون صياغته كالآتي:

لا يمكن أن تتغير حالة الفرد أو المجتمع إلى حالة أخرى دون وجود قوة خارجية تحدث هذا التغيير. يبرز الآن تعقيد الحياة الإنسانية! إذ كيف نحدد الحالة سواء في حالة الفرد أو المجتمع؟ بالتأكيد هي ليست تحديد لموضع وسرعة كما هي الحال في حالة حركة الأجسام، وكذلك ما الشيء الإنساني أو الإجتماعي الذي يقابل مصطلح القوة في علم الفيزياء؟ صحيح أن تغير حالة الفرد أو المجتمع من حالة إلى أخرى تستلزم مؤثرات خارجية. ولكن هذه المؤثرات عديدة ومتشابكة وتأثيرها في الفرد او المجتمع ليس آليا فهناك عوامل نفسية وعقلية واجتماعية واقتصادية متداخلة وعديدة ليس من الهين حصرها ومعرفة أوجه تداخلها. فبالتالي لا يمكن استخلاص قانون مثيل لقانون نيوتن الأول وتطبيقه على الحياة الإنسانية.

وينص قانون نيوتن الثاني على أنه اذا أثرت قوة محصلة معينة على جسم ما، فإن هذا الجسم سيعاني من تسارع، أي تغير في السرعة مع الزمن، وأن هذا التسارع يتناسب طرديا مع القوة المحصلة هذه وأن ثابت التناسب هو مقلوب القصور الذاتي (أو الكتلة) للجسم. تواجهنا في سياق البحث عن مثيل اجتماعي أو إنساني لهذا القانون، إشكالات عديدة كتلك المتعلقة بالبحث عن مثيل لقانون نيوتن الأول. إذ ما هو البديل للتسارع أو القصور الذاتي او القوة في الحياة الإنسانية

والإجتماعية؟ فالأمر شديد الصعوبة ووعر وشديد التعقيد، فمن التسطيح الكبير أن نقوم بتطبيق هذا القانون على الظواهر الإنسانية أو الاجتماعية أو الاقتصادية عموما.

والأمر نفسه ينطبق على قانون نيوتن الثالث والذي ينص على أن لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار ومعاكس في الاتجاه، لوجود العوامل العديدة والمتشابكة المذكورة أعلاه. فالخلاصة أنه لا يمكن تعميم قوانين نيوتن في الظواهر الإنسانية والاجتماعية لكون هذه، الأخيرة، تتسم بالصعوبة والتعقيد.

قوانين فيزيائية أخرى

لبعض القوانين الفيزيائية صلة وصفية ببعض الظواهر الحياتية بالرغم من أنه لا يمكن إيجاد بدائل إنسانية لها لصعوبة التمثيل الكمي أو صياغة هذه القوانين بشكل كمي في حالة الظواهر الإنسانية. ومن أمثلة هذه القوانين تلك المتعلقة بفكرة الانتروبيا (الاعتلاج) والتي تعرف بدلالة اللوغاريتم الطبيعي لعدد الحالات الفيزيائية التي من الممكن لنظام فيزيائي ما أن يتواجد فيها، فكلما إزداد عدد هذه الحالات إزدادت الانتروبيا (أو الاعتلاج). وتعد هذه الكمية الفيزيائية مقياسا كميا للفوضى في النظام الفيزيائي المعني، وهذا أمر طبيعي نظرا لأن زيادة الانتروبيا تعني زيادة عدد الحالات الكمية المتاحة للنظام، والزيادة في الفوضى تقابلها زيادة في هدر الطاقة وضياعها. هذا هو الجانب الوصفي المتعلق بالقوانين المتعلقة بهذه الفكرة، ويوجد لهذا الجانب مثيل في الظواهر الحياتية. فمن ذلك مثلا يستلزم العمل الاداري بأنواعه كافة، سواء كان ذلك: إدارة منزلية أو مدرسية أو إدارة أعمال، حسن ترتيب الأشياء المتعلقة بهذه الإدارة. وفي حالة حسن الترتيب بمعنى تحديد مكان أو ملف معين لكل مكون من المكونات التي تلزم للعمل يكون الشيء الذي يقابل مفهوم الانتروبيا أقل ما يمكن مما يعني أن الطاقة المهدورة أو الجهد الضائع يكون أقل ما يمكن. ومن الأمثلة على ذلك المطبخ المنزلي؛ فعندما يكون هناك

موضع محدد لكل شيء كالصحون والسكاكين... الخ، يكون من الميسور على ربة المنزل تناول ما تريد دونما جهد ضائع، بينما لو كان هناك أكثر من موضع محتمل لكل شيء لكان هناك ضياع في الجهد والوقت لتوضيب الأشياء التي تلزم لربة المنزل. وكذلك الأمر في إدارة الأشياء المختلفة سواء كانت هذه تتعلق بالعمل أو الصناعة أو التربية والتعليم أو الزراعة أو غير ذلك. أما الجانب العلمي الكمي لمصطلح الانتروبيا فليس له مثيل في الظواهر الإنسانية أيضا لكونها شديدة التعقيد.

وكذلك الحال في سائر المفاهيم والقوانين العلمية التي قد ترد على ذهن الإنسان مثل الربط بين انسياب الموائع وحركة المرور أو الربط بين الإجهاد وتشويه الأجسام وبين الاعتبارات النفسية أو غير ذلك. فمن التسطيح للأمور أن نقول بانطباقها على الظواهر الإنسانية أو وجود مثيلات إنسانية أو اجتماعية لها بالرغم من وجود تشابه نوعي أو وصفي وليس كمي بين قوانين الظواهر الطبيعية والإنسانية.

أنماط السلوك العلمي وتأثيره على السلوك بعامة

الممارسات العلمية في البحث العلمي تستلزم مسلكيات معينة من الباحث لا غنى عنها لنجاحه في البحث. ومن هذه المسلكيات الصبر والمثابرة والتروي في إصدار الأحكام والتفسيرات والدقة في أخذ العوامل المختلفة التي تؤثر على النظام قيد الدرس والرفق في التعامل مع الأجهزة العلمية وروح التعاون وعمل الفريق في العمل العلمي. هذه المسلكيات يتعلمها الباحث عن طريق الممارسة الفعلية للنشاط العلمي ويستشعر ضرورتها لنجاحه في ذلك عن طريق التجربة. ومما لا شك فيه أن لهذه المسلكيات تأثير إيجابي واضح في المسلكيات الحياتية عامة للباحثين بحيث أنها تصبح جزءا من حياتهم. وهذا بطبيعة الحال إذا كانت دوافع البحث العلمي نقية دون شوائب، أي إن كان النشاط العلمي من أجل معرفة الحقيقة وليس لدوافع أنانية مصلحية ضيقة.

الفصل السادس عشر

العلم الحديث والفلسفة

سنتعرض في هذا الفصل لصلة بعض الآراء العلمية الحديثة ببعض المسائل الفلسفية. وسيقتصر حديثنا على النظرية الفيزيائية المتعلقة ببنية المادة، والنظرية الفلكية المتعلقة بتطور الكون ونشأته وأخيرا نظرية التطور الحديثة.

الفيزياء والفلسفة

ويشمل هذا الجزء الحديث عن أصل المادة وبنيتها وعلاقة فيزياء الكم بالموضوعات الفلسفية التالية: الوجود الموضوعي المستقل عن ذات الإنسان للعالم المجهري ومسألة الإرادة الإنسانية ومفهوم السببية (أو العلية).

العالم المجهري Micro cosmos وأصل المادة

بدأ الإنسان تساؤلاته المتعلقة بأصل المادة وتركيبها منذ أقدم الأزمان. ففي القرن الخامس قبل الميلاد أجاب لوسوبيوس Leucippus من بلاد الإغريق عن هذا التساؤل بنظريته الذرية. وبموجب هذه النظرية، والتي قال بها أيضا ديمقريطس فإن المادة بتنوعاتها كافة تتكون من جسيمات مادية صغيرة جدا تسمى ذرات وهي غير قابلة للتجزئة وليست لها أية صفة فيزيائية فلا تملك، هذه الذرات، لونا ولا طعما ولا رائحة ولا درجة حرارة أو غيرها من صفات المادة المحسوسة. هذه الذرات تتحرك حركة دائمة، ومن ترتيبها الفضائي وحركاتها المختلفة تنتج التنوعات المختلفة من أشكال المادة وظواهرها وقد كانت هذه الذرات بالنسبة

للوسوبيوس ولد يمقريطس جسيمات مادية عادية كالمادة المحسوسة باستثاء الصفات العرضية آنفة الذكر. وكانت تعد أزلية الوجود من جهة أخرى. وكذلك فقد كان أصحاب النظرية الذرية هذه يعتقدون بأن فكر الإنسان والذي ينتج سلوكه ناتج عن حركة الذرات المادية هذه، أي أن الفكر ناتج عن المادة. لذا فقط وسمت هذه النظرية بالسمة المادية. أما أفلاطون، أيضا في القرن الخامس قبل الميلاد، فقد أرجع أصل المادة إلى الفكرة الرياضية الهندسية، وكان يقول بنظرية العناصر الأربعة: الهواء، والنار، والتراب والماء في تفسيره لأصل المادة. وكان يعتقد بأن أصغر جسيم مادي (أي تنطبق عليه الصفات المادية المعتادة) لكل من هذه العناصر الأربعة هو شكل هندسي معين، فمثلا أصغر جسيم من الهواء هو المجسم ذو الثمانية أوجه، وأصغر جسيم من النار هو الجسم الرباعي الأوجه وأما أصغر جسيم من التراب فهو المكعب وأخيرا أصغر جسيم من الماء هو المجسم ذو العشرين وجها. غير أن أفلاطون يختلف عن أصحاب النظرية الذرية في اعتباره أن أصغر جسيم لكل من العناصر الأربعة، والذي هو شكل هندسي مميز لكل عنصر، (قابل للتجزئة). فإن كل من هذه الأشكال الهندسية الممثلة للعناصر الأربعة قابل للتجزئة إلى مثلثات ومن هذه المثلثات يمكن بناء هذه الأشكال الهندسية الخاصة بالعناصر الأربعة مرة أخرى. إلا أن هذه المثلثات لا تعد، عند أفلاطون، جسيمات مادية، وذلك لافتقارها للبعد الثالث. أي أن الأصل، في تركيب المادة، هو المثلث الذي هو مجرد فكرة رياضية صرفة ليست ذات صلة بالمادة لعدم اتصافها بصفاتها. ونظرا لأن أفلاطون يصنف الأشياء إلى سماوية وأرضية ولإيمانه بأن الأشياء السماوية كاملة وتتضمن مثلا عليا للأشياء الأرضية الناقصة وأخيرا لإيمانه بأن الرياضيات تتعلق بالأشياء السماوية أي بالعالم المثل فإن نظرة افلاطون هذه في أصل المادة يطلق عليها النظرة المثالية. وبقيت نظرة أفلاطون سائدة في أوروبا حتى القرن السابع عشر حين ظهرت النظرة الميكانيكية للأشياء بمجيء نيوتن وزال تصنيف الأشياء إلى سماوية وأرضية نهائيا. وفي أوائل القرن السابع عشر للميلاد جاء

دالتن بنظريته الذرية التي تقول بأن العناصر المختلفة في هذا الكون تتكـــون مـــن جسيمات صغيرة جدا تسمى ذرات، مجددا في ذلك آراء الذريين الإغريق، وأن ذرات كل عنصر لها وزناً خاصا بها هو الوزن الذري، وهذه الذرات غير قابلة للتجزئة وقد تتحدد بذرات عناصر أخرى لتكون المركبات الكيميائية. وقد استخدمت النظرية الذرية في علم الفيزياء فنشأت النظرية الحركية التي نجحت في تفسير الظواهر المحسوسة للغازات، وكذلك نجحت في تفسير التفاعلات الكيميائية حيث أدى هذا النجاح إلى تركيز النظرة المادية للأمور واضمحلال النظرة المثالية، وخاصة بعد النجاح الذي لقيته نظرية نيوتن الميكانيكية في تفسير حركة الكواكب حول الشمس، إذ هيأ هذا النجاح عقليات العلماء لتقبل النموذج الميكانيكي المادي للكون. إلا أن اكتشاف الأشعة السينية عام ١٨٩٥م من قبل رونتجن، والنشاط الإشعاعي عام ١٨٩٦م من قبل بكريل وكذلك اكتشاف ج. ج. تومسون عام ١٨٩٧ للأشعة المهبطية بين أن هذه الذرات ليست الوحدة الأساسية في تركيب المادة وإنما هناك مكونات أصغر من الذرات. ومن هذه المكونات الجسيمات المكونة للأشعة المهبطية وهي الإلكترونيات التي اكتشفها ج. ج. تومسون خلال تجاربه المتعلقة بالتفريغ الكهربائي وقد اقترح تومسون نموذجه المعروف باسمه لتركيب الذرة، وتتكون الذرة بموجب نموذجه هذا من توزيع كروي متصل للمادة المشحونة شحنة موجبة وتوجد بداخلها الإلكترونات مبعثرة هنا وهناك، تماما كالبطيخة. إلا أن التجارب التي أجراها رذرفورد عام ١٩١١ والمتعلقة بتصادم جسيمات ألفا مع صفيحة دقيقة من الذهب بينت بصورة واضحة أن نموذج تومسون غير صحيح. إذ أظهرت هذه التجارب توزيعا نوويا للمادة في الذرة وأظهرت كذلك أن معظم حجم الذرة فراغ مطلق ما عدا مركز الذرة حيث تتركز الكتلة. لذا فقد اقترح رذرفورد نموذجه النووي للذرة، والذي تتكون الذرة بموجبه من نواة صغيرة الحجم تتركز فيها الكتلة وتدور حولها الإلكترونات، والمسافة بين الإلكترونات والنواة كبيرة جدا بالنسبة لأبعاد النواة. وفي عام ١٩١٣ اقترح بور نموذجه

المشهور للذرة واقترح فكرة المدارات الكمية الإلكترونات بسبب فشل نموذج رذرفورد في تفسير استقرار الذرات. وفي عام ١٩٢٤م جاء دي برولي بفرضيته التي تقول بأن كافة الجسيمات تمتلك خصائص موجبة وجسيمية في الآن نفسه. وحسب هذه الفرضية فإن أي جسيم متحرك يمتلك سلوكا موجبا، وثبتت صحة هذه الفرضية عن طريق التجارب التي أجراها داقيسون وجيرمر عام ١٩٢٦ بخصوص تصادم الإلكترونات مع صفيحة من النيكل وملاحظاتهم لظاهرة التداخل التي هي من أوضح خصائص السلوك الموجي. وفي عام ١٩٣١م اكتشف شادويك جسيما آخر متعادل الشحنة داخل النواة وأطلق عليه اسم النيوترون الذي ما لبث أن اعتبر جزءا أساسيا من تركيب نواة الذرات. وفي عام ١٩٣٢ اقترح هايزنبرغ نموذجا لتركيب النواة قرر فيه أن النواة تتكون من عدد من البروتونات، الموجبة الشحنة مساو لعدد الإلكترونات وعدد آخر من النيوترونات المتعادلة الشحنة. وقد اكتشفت جسيمات أخرى في أواخر الثلاثينات من هذا القرن أطلق عليها الميزونات والتي اقترح يوكاوا بأنها توجد داخل النواة وتساعد في فهم الكيفية التي تؤثر بها القوة في النيوترونات والبروتونات. إذ أن هذه الميزونات تمثل "حاملة" القوة من جسيم نووي لآخر، تماما كما أن الفوتون هو حامل القوة الكهرومغناطيسية. ومع تقدم صناعة المسارعات النووية لإعطاء الجسيمات سرع، وبالتالي طاقات أكبر تمكن الفيزيائيون من إجراء تصادمات عنيفة بين الجسيمات الأولية. وكان الغرض من إجراء هذه التصادمات هو الكشف عن كنه القوة التي تربط بين الجسيمات النووية، إلا أن نتائج التجارب أظهرت، بالإضافة إلى فهم طبيعة القوة النووية، تساؤلات جديدة لم يكن يتوقعها العلماء. فقد نتج عن هذه التصادمات جسيمات جديدة لم تكن معروفة كجسيمات لامدا، وكاي ميزون وجسيمات سيجما وغيرها والتي لم تكن مفهومة الخصائص في بادئ الأمر. وفي أوائل الستينات كان هناك، في جعبة الفيزيائيين، بضعة مئات من الجسيمات "الأولية".

والآن نرجع للتساؤل الرئيسي المتعلق بتركيب المادة، فهل المادة مكونة من هذه الجسيمات الأولية؟ للإجابة على هذا التساؤل من الضروري معرفة ما يجري عند اصطدام الجسيمات الأولية بعضها مع بعض، ولنعتبر على سبيل المثال اصطدام البروتون مع البروتون بطاقة عالية، حيث لوحظ في هذه الحالة أن التفاعل الآتي

$$p + p \rightarrow n + K^0 + \Sigma^+ + \pi^+$$

يحصل تجريبيا، غير أن العلماء لاحظوا أن مجموع كتل الجسيمات الناتجة عن التفاعل (على يمين المعادلة) أكثر من مجموع كتل الجسيمات الداخلة في التفاعل (على يسار المعدلة) وكذلك لاحظوا ظهور جسيم سيجما وهو أثقل من البروتون كنتيجة للتفاعل، فهل يعقل أن يكون جسيم كالبروتون متكونا من جسيمات أولية أثقل منه؟ ومن أين جاء فرق الكتلة بين طرفي الكتلة؟ الإجابة على هذين السؤالين تكمن في فكرة اينشتاين عن تكافؤ الكتلة والطاقة والمتمثلة رياضيا بالمعادلة $E = mc^2$. ونستنتج من هذه الفكرة أن فرق الكتلة بين طرفي معادلة التفاعل أتت من طاقة الحركة الكبيرة للبروتونات المتصادمة. إذ أن هذه الطاقة الحركية للجسيمين اللذين على الطرف الأيسر للمعادلة ظهرت على شكل كتلة جسيمية على الطرف الأيمن للمعادلة. فالقضية الآن أصبحت واضحة عند العلماء وهي أن الجسيمات التي ظهرت من تصادم البروتون مع البروتون لم تكن من مكونات البروتونات وإنما كانت طاقة وظهرت على شكل كتلة، ذلك أنه من المعروف في الفيزياء الحديثة أن الكتلة والطاقة مظهران لنفس الشيء، فالجسيمات الأولية جميعها مكونة من نفس الشيء وهو الطاقة. ونظرا لأن الطاقة تظهر على ثلاثة أشكال وهي الطاقة النووية القوية والطاقة الكهروضعيفة والطاقة الجاذبية فمن الطبيعي القول بأن الجسيمات الأولية عبارة عن أي من هذه الأنواع من الطاقة المركزة أو مجموعها أو مجموع بعضها. ونظرا لأنه من الممكن التعبير عن هذه الأنواع من الطاقة بأنواع مقابلة

من المجالات وهي المجال النووي القوي والمجال الكهروضعيف والمجال الجاذبي فإنه يبدو وكأن هذه الجسيمات ما هي إلا مجالات مركزة أو محصورة في الفضاء. ويعتقد الفيزيائيون بأن هذه المجالات ممكن اختزالها إلى مجال واحد وتكون هذه المجالات عندئذ مظاهر مختلفة لنفس المجال الموحد. أما كيفية الانتقال من الشكل الجسيمي إلى الطاقة أو المجال فيتم عن طريق علاقة رياضية معينة تماما كما أنه بالإمكان الحصول على مستويات الطاقة في الذرات عن طريق علاقة رياضية معينة هي معادلة شرودنجر. هذه العلاقة الرياضية ممكن تسميتها المعادلة الأساسية للمادة والذي يحاول علم الفيزياء الحديث الكشف عنها. ومن الضروري أن تتضمن هذه المعادلة الرياضية، بعض الخصائص التناسقية الأساسية Fundamental Symmetry Principles هذه الخصائص تنتج عنها مختلف قوانين الحفظ للكميات الفيزيائية المختلفة. والمجال ما هو إلا فكرة طرحت لتفسير ظواهر معينة، والعلاقة الرياضية التي تحدد كيفية بناء الجسيمات الأولية المختلفة من المجال ما هي، في النهاية إلا مفهوم فكري. خلاصة القول أن نتيجة الفيزياء الحديثة هي أن أصل المادة هو الفكرة الرياضية ولو أن ماهية هذه الفكرة ما زالت مدار بحث بين العلماء. لذلك فقد ذهب كثير من علماء العصر الحديث وعلى رأسهم هايزنبرغ للقول بالمثالية أي بأسبقية الفكر على المادة، إذ أن المادة ترجع في أصلها إلى الفكرة العقلية فبالتالي لا بد وأن يكون الفكر سابقا للمادة. ومع ذلك فإن هناك من بين العلماء من ذهب إلى أن المادة هي أصل الأشياء وليست الفكرة العلمية وعلى رأسهم الفيزيائي جلمان الذي يقول بأن الجسيمات الأولية مكونة من جسيما أكثر أولية وهي الكواركات وليس من مجالات مركزة.

الوجود الموضوعي للعالم المجهري

من الواضح أن معرفتنا عن العالم الكبير (المحسوس) تحصل نتيجة لإحساسنا به أو بآثاره كمثل الإشعاعات المختلفة التي تنبعث من النجوم البعيدة

مثلا. أما في العالم المجهري فمن الواضح أيضا أننا لا نتمكن من الإحساس به مباشرة وإنما يتمكن العلماء من الحصول على معلومات بخصوصه عن طريق عملية القياس. وعملية القياس لها أهمية خاصة عندما تتعلق بالعالم المجهري، وتتم هذه العملية بتعريض الجسيم المراد قياسه لأشعة كهرومغناطيسية ذات تردد عالي (طول موجة قصير) كأشعة إكس مثلا وملاحظة تشتت هذه الأشعة عن الجسيم. وواضح أن عملية الرؤية للأجسام الكبيرة تتم عن طريق انعكاس الشعاع الضوئي عن الجسم، وهذا الانعكاس لا يغير من الوضع الحركي للأجسام الكبيرة. إلا أن عملية تشتت الأشعة السينية مثلا عن الجسم المجهري تحدث أثرا أو تغييرا غير قابل للقياس في موضعه بالفضاء وسرعته. أي أن عملية القياس تغير حالة الجسيم بصورة غير قابلة للقياس، لذلك فلا نستطيع اكتشاف حالة الجسيم أو العالم الصغير بصورة موضوعية ومستقلة عن عملية قياسنا. هذه الحقيقة أدت إلى تشكيك بعض فلاسفة العلم بالوجود الموضوعي للعالم الصغير، إذ أن هذا الوجود يعتمد على وسيلة إدراكنا له وهي عملية القياس. والحقيقة أن هذا التشكيك ليس صائبا، وذلك لأن الأمر لا يتعلق بوجود العالم المحسوس بصورة موضوعية مستقلة عن ذات الإنسان الباحث وإنما بقدرتنا على الكشف عن هذا الوجود.

الجبر والاختيار Free Will

إن قوانين نيوتن تحكم حركة الأجسام المادية في العالم الكبير، وبواسطتها نستطيع معرفة الحالة الحركية للأجسام في أوقات مستقبلية إذا عرفنا حالتها الحركية في وقت سابق، وتكون هذه المعرفة بشكل محدد. ونظرا لأن أصحاب النظرية المادية يرون أن فكر الإنسان وسلوكه ناتجان عن الحالات الحركية المختلفة للذرات المكونة لدماغ الإنسان فقد ذهبوا إلى أننا من الممكن تحديد السلوك المستقبلي للإنسان وذلك من تحديدنا لحركة ذرات دماغه باستخدام قوانين نيوتن. وبالتالي يرى هؤلاء الفلاسفة أن الإنسان لا يملك إرادة حرة ويأخذوا بالجبر،

ولكون السلوك المستقبلي سيكون محددا سلفا من سلوكه الماضي في لحظة ما. غير أن تطور الفيزياء الحديثة وظهور نظرية الكم ووجود فكرة اللاتحديد لها يزنبرغ على مستوى أساسي في الفيزياء أدى إلى القول بوجود احتمالات عدة لحركة الجسيمات الصغيرة في نفس اللحظة، وأدى ذلك إلى تغير الرأي الأول وبالتالي القول بوجود إرادة للإنسان بموجبها، لأن الإنسان يختار ضمن الاحتمالات المختلفة لأنماط السلوك الناتجة عن هذه الاحتمالات لحركة الذرات المكونة لدماغه. بينما كان الرأي السائد بين فيزيائيي القرن التاسع عشر هو عكس ذلك تماما. والحقيقة أن هذا الاستخدام الفلسفي في غير محله سواء كان ذلك مع أو ضد الإرادة الإنسانية، ذلك لأن الفيزياء لا تبحث في ظواهر الحياة ومن بينها التفكير، لكونها أكثر تعقيدا من النماذج الفيزيائية التي يستخدمها الفيزيائيون في صياغة قوانينهم.

مفهوم السببية أو العلية Causality Principle

بموجب قوانين نيوتن فإن معرفتنا للحالة الحركية السابقة تنتج حتما الحالة الحركية اللاحقة للأجسام الكبيرة. وتسمى مثل هذه العلاقة علاقة سببية ومن الممكن تمثيلها بالشكل التالي:

حالة حركية سابقة → قوانين نيوتن → حالة حركية لاحقة

أي أن هناك ترابط سببي بين الحركة المستقبلية والحركة السابقة للأجسام غير أن بعض فلاسفة العلم يذهبون إلى أنه لا توجد مثل هذه العلاقة في الميكانيكا الكمية لوجود فكرة الاحتمالات وفكرة اللاتحديد وبالتالي إمكانية وجود الجسيم في حالات حركية مختلفة في الوقت نفسه. لذا استدل هؤلاء من ذلك على غياب فكرة السببية من العالم الصغير وشككوا، بالتالي في وجود السببية كلية. وواضح أن هذا الاستخدام الفلسفي للفيزياء أيضا في غير محله ذلك لأن الميكانيكا الكمية تحكم

سلوك الجسيمات المجهرية فقط من جانب، وهي لا تلغي فكرة السببية حتى في عالم الجسيمات المجهرية من جانب آخر، وإنما تجعل السببية مرتبطة بالاحتمالات كما يوضح الشكل:

احتمالات سابقة ← ميكانيكا الكم ← احتمالات لاحقة

فكأن هناك علاقة سببية بين احتمالات لاحقة واحتمالات سابقة. وكذلك فكأننا قمنا باستخدام فكرة السببية لإلغائها خلال عملية استدلالنا ذاته، وهذا تناقض عقلي، إذ أن نمط الاستدلال على بطلانها كان كالآتي: نظرا لأن الفيزياء الكمية لا تربط بين حالات لاحقة محددة وحالات سابقة محددة فإن فكرة السببية خاطئة وهذا نفسه استدلال سببي ولا يجوز استخدام نمط استدلالي معين لإلغاء أحقية هذا النمط ذاته.

النظرية الحديثة لنشأة الكون

نشأة الكون موضوع فلسفي قديم ومرتبط بنظرة الإنسان الكلية نحو الكون والإنسان والحياة. وقد كان هذا الموضوع مرتبطا بالأساطير والخرافات كفكرة التنجيم مثلا. ومع تقدم وسائل الرصد الفلكي وتطور فهم الإنسان للكون الذي يعيش فيه ظهرت آراء علمية عديدة بخصوص نشأة الكون كان أكثرها رواجا وقبولا في الأوساط العلمية نظرية الانفجار الكوني المدوي. وهذه النظرية والنظريات المثيلة لها تتعلق بفرع من علم الكون يعرف باسم علم الكون الديناميكي أو التفسيري Cosomogony. وتتداخل في هذا الفرع تأملات نظرية كثيرة ولا توجد الوسيلة الدقيقة للتأكد من مطابقة هذه التأملات للواقع الذي تصفه، وهذا يعني أن هذه التأملات أقرب إلى الفلسفة منها إلى العلم وتتأثر بشكل مباشر بالمنظور الفلسفي للعلماء. فمثلا بروز نظرية الخلق المستمر (أو الكون المستقر) لفترة من الزمن كان

لأسباب فلسفية بالدرجة الأولى تتعلق بمحاولة أصحابها، وهم بوندي وجولد وهويلي، طرح نظرية تتلائم مع نظرتهم الفلسفية المادية ولا تضطرهم إلى الوصول إلى سبب أول يستند الكون في وجوده إليه. أيضا نجد أحد كبار علماء القرن العشرين، وهو ستيفن واينبرغ الحائز على جائزة نوبل لعام ١٩٧٩م، يبتدئ كتابه "الدقائق الثلاث الأولى من عمر الكون "بمقارنة النظرية العلمية الحديثة لنشأة الكون مع أسطورة قديمة بعنوان "إيدا الصغير" ويختتم حديثه بدعوة القارئ إلى اختيار إحدى النظريتين؛ إما النظرية العلمية وإما أسطورة إيدا الصغير. وما يعنيه هذا هو أن موضوع نشأة الكون موضوع فلسفي عقلي وليس موضوعا علميا؛ بمعنى أنه لا يمكن استخدام الطريقة العلمية في صياغة نظريات نشأة الكون وذلك لاستحالة إجراء التجربة العلمية في هذا الموضوع. ومرد هذه النتيجة يكمن في أن موضوع نشأة الكون قد حصل منذ ملايين السنين ولا يمكن إعادة الكرة من جديد أو عمل تجارب على أكوان مثيلة. وكل ما يقوم به العلماء هو افتراض فرضيات تتعلق بنشأة الكون ثم استخدام النظريات والقوانين الفيزيائية لاستنتاج ما سيكون عليه الكون حاليا والتحقق من مدى صحة ذلك مستندين إلى الرصد الفلكي. غير أن رصد الكميات الفلكية اللازمة لذلك بصورة دقيقة أمر، حتى الآن، غير ميسور. مثال ذلك ما يعرف بإسم ثابت هبل Hubble Constant الذي لمقلوبه علاقة بعمر الكون، إذ أن الخطأ في معرفته يبلغ حوالي القيمة الفعلية لهذا الثابت. ومن ذلك معدل تمدد الكون وكثافة المادة الكونية إذ أن للمعرفة الدقيقة لهاتين الكميتين أهمية بالغة في الحسم بين نظريات نشأة الكون المختلفة، والمعرفة الدقيقة لهاتين الكميتين ليست أمرا ميسورا. ومن الواجب أن نوضح أمرا مهما في هذا السياق وهو أن علم الكون يشمل فرعين رئيسيين، أحدهما يبحث في فهم خصائص مكونات هذا الكون، من كواكب ونجوم ومجرات وسدم كما هي عليه الآن عن طريق الرصد الفلكي والآخر يبحث في نشأة مكونات هذا الكون ونشأة الكون نفسه. ويعرف الفرع الأول بعلم الكون التصويري Cosmography بينما يعرف الفرع الثاني بعلم الكون

الديناميكي Comogony. أما الفرع الأول فيتضمن حقائق فلكية يتوصل إليها العلماء عن طريق الرصد الفلكي بينما تكثر التأملات النظرية، التي يصعب التحقق من صحتها في الفرع الثاني، وبالتالي تتأثر هذه التأملات بالمنظور الفلسفي للعلماء.

النظرية الحديثة لنشأة الكون

النظرية المقبولة لدى العلماء بخصوص نشأة الكون هي التي تقرر بأن الكون الحالي قد بدأ بانفجار هائل ثم استمرت مكوناته بالتمدد والابتعاد عن بعضها بعضا. وقد اقترح هذا النموذج النظري جورج جامو في نهاية ثلاثينات القرن العشرين مستندا إلى الملاحظة الفلكية المعروفة بالإنزياح الطيفي نحو الأحمر. هذا الانزياح، في أطياف المجرات، يؤدي إلى نتيجة مفادها أن هذه المجرات تبتعد عن بعضها بعضا إذا ما تم تفسير الانزياح على أساس ظاهرة دبلر. والنموذج نتيجة طبيعية لهذا التفسير؛ إذ أنه ما دام الكون بصورته الحالية يتحدد بمعنى، أن مكوناته الأساسية، أي المجرات، تبتعد باستمرار فإن هذه المكونات ستكون أقرب على بعضها في الماضي. ولذا فلا بد وأن كانت هذه المجرات كتلة واحدة متراصة عند لحظة ماضية في الزمان. هذه هي الصورة البسيطة لهذا النموذج، بيد أننا إذا ما أردنا أن نفصل أكثر في النظرية فإن كم التأملات النظرية يزداد ويزداد بالتالي الاستناد إلى الاعتبارات الفلسفية وكلما غصنا في تفصيلات أكثر كثرت التأملات وزادت معها الألغاز التي تواجه العلماء وزادت الحيرة التي تواجههم وأصبحت النظرية عندها مجموعة تخمينات وتخرصات وظنون. وهذا ما جعل ستيفن واينبرغ يشبه هذه التفصيلات بخرافة العملاق والبقرة الواردة في أسطورة إيدا الصغير.

الانفجار الكوني وقضية الخلق

السؤال الطبيعي الذي يرد بخصوص الانفجار الكوني الهائل الذي تقول به النظرية آنفة الذكر هو: ما الذي ميز لحظة حدوث الانفجار عن سائر اللحظات

السابقة؟ لا بد إذن من سبب أدى إلى حصول الانفجار في هذه اللحظة وهـــذا هــو السبب الأول الذي يستند الكون في وجوده إليه، وهذا السبب هو خالق الكون برمته. ولا نستطيع توسيع نطاق البحث العلمي وراء هذا الســـبب الأول ذلــك أن تفكــير الإنسان محصور في المحسوسات كما سبق وأشرنا في بداية هذا الكتاب. وبحثنا في الكون هو بحث في المحسوسات ومن هنا كان توصلنا إلى وجود ســـبب أول هـــي نتيجة عقلية صحيحة لأنها تستند إلى قاعدة السببية والتي هي إحدى أســـس البحــث العلمي عموما.

إن السبب الأول المشار إليه ليس سببا ماديا وإنما خارج مادة هذا الكـــون، نظرا لأن بحثنا المتعلق بنشأة الكون شمل جميع المادة الكونية وليس جـــزءا منـــها نعزي إليه سبب الانفجار الأولي للكون. ولذلك لا يصح عقلا أن نتساءل ما ســـبب هذا السبب الأول أو من أين أتى فتبطل بالتالي فكرة تسلسل الأسباب إلى مالا نهاية، لأن هذا السبب لا يقع في دائرة المحسوسات وبالتـــالي لا يمكــن التفكــير العقلــي بخصوصه.

نظريات التطور

البحث في موضوع نشأة الحياة وتنوعها أمر قديـــم؛ إذ بحــث فــي هــذا الموضوع فلاسفة الإغريق وظهر رأيان متناقضان لديهم. أما الرأي الأول فهو رأي مفكري الاتجاه الأيوني، وعلى رأسهم طاليس وتلامذته أناكسيمندر وأنـــا كســيمنس وأرجع هؤلاء الأشياء كلها، ومن ضمنها الكائنات الحية، إلى المادة وقـــالوا بفكــرة التطور: أي انتقال أنواع الكائنات الحية من نوع لآخر. والـــرأي الثـــاني، ويمثلـــه فيثاغورس وأفلاطون، أرجع أصل تنوعات الأشياء، ومن ضمنها الكائنات الحيـــة، إلى وجود خالق خلقها بناء على قدر مسبق.

وفي القرن التاسع عشر للميلاد طرح داروين فكرة تطور الكائنات الحية في أوروبا من جديد، وهو طرح سبقه إليه الإغريق، بيد أن داروين قدم ميكانيكية محددة لحصول التطور. وتتلخص هذه الميكانيكية في فكرة الانتقاء الطبيعي والناتجة عن البقاء للأصلح خلال الصراع الطبيعي بين الأنواع. وقد استفاد داروين من كتاب "حول مبادئ الجيولوجيا" لشارل لايل يذكر فيه فكرة تطور العالم غير العضوي وكذلك من كتاب "حول السكان" لتوماس مالتوس. من الكتاب الأول عمم داروين فكرة التطور من العالم غير العضوي إلى العالم العضوي، بينما أخذ فكرة البقاء للأصلح خلال الصراع من أجل البقاء من كتاب توماس مالتوس والتي يشير إليها بخصوص الحد من النمو الأسي في عدد السكان.

وكان داروين قد لاحظ التنوع الهائل في الكائنات الحية وأراد تفسير هذا التنوع فكانت فكرته في التطور بميكانيكية الانتقاء الطبيعي مجرد فرضية لتفسير ملاحظته. والمادة الخام التي تستخدمها ميكانيكية الانتقاء الطبيعي هي الاختلافات الموجودة بين أفراد نفس النوع من الكائنات الحية. فلو وجد عدد من أفراد نفس النوع، وهذه الأفراد تتفاوت في صفاتها مثل القوة والضعف وسرعة الركض أو مقاومتها للأمراض مثلا، وحصل تغير عدواني في البيئة التي تعيش فيها هذه الأفراد فإن الأفراد التي تمتلك من الخصائص ما تلائم مع الظروف البيئية هي التي تمتلك فرصة أكبر في البقاء. فهناك إذن انتقاء طبيعي ناتجة عن البقاء للأصلح في صراع الأنواع من أجل البقاء في الظروف البيئية. ومع تغير الظروف البيئية المستمر، واستمرار حصول عملية الانتقاء الطبيعي يتم ظهور أنواع جديدة متوائمة مع التغير في البيئة. والحقيقة أن عملية الانتقاء الطبيعي، بالرغم من أنها تمثل أمروا واقعا وملموسا، فإنها لا تسعفنا في فهم انتقال نوع إلى نوع آخر ضمن المادة الخام التي يعمل الانتقاء الطبيعي فيها وهي التغايرات بين أفراد نفس النوع. فلو كان هناك مجموعة من الأطفال في بيئة موبوءة بمرض الحصبة مثلا وكان بعضهم قد

حصل على الطعم الخاص بالحصبة وآخرون لم يحصلوا على ذلك، فمن الطبيعي أن فرصة البقاء لمن حصلوا على الطعم ستكون أكبر. ولكن الأطفال الذين ينجون لن يختلفوا عن الصفات العامة المميزة للإنسان عن سواه من الكائنات الحية. ومع اكتشاف الطفرات الوراثية اعتقد بعض علماء الحياة أن هذا الاكتشاف يضيف إلى المادة الخام، أي التغاير في صفات الأفراد من النوع الواحد، اللازمة للانتقاء الطبيعي عنصرا يساعد في فهم عمل الانتقاء الطبيعي والذي يؤدي إلى انتقال الأنواع إلى بعضها البعض. غير أن هذا الاستخدام لفكرة الطفرة يتضمن تسطيحا كبيرا للموضوع؛ ذلك أن الطفرة الوراثية عبارة عن تغير عشوائي يحصل في خصائص بعض الأعضاء للكائنات الحية. ونظرا لعشوائية حدوث الطفرات من جهة ولكون الكائن الحي يتكون من أعضاء عديدة تعمل بصورة متناغمة ومتناسقة فإن الطفرات عادة ما تعمل على تخريب هذا التناسق والتناغم وبالتالي تكون ضارة بالكائن الحي. انظر إلى قول جراهام كانون في كتابه الموسوم "بنظرات في تطور الكائنات الحية": "ولكن لعلنا نجد مثالا آخر من المفصليات يكون أكثر شيوعا عند الناس إذ يعرف معظمهم ولو بصورة تقريبية غير واضحة عنه، وذلك هو أجزاء الفم في الحشرات فهذه الطائفة الهائلة، وهي واحدة من أكبر المجموعات في عالم الحيوان، إن لم تكن أكبرها قاطبة، يمكن تصنيفها وفقا لأجزاء الفم. وهذه الأجزاء ليست إلا مجموعة من الأطراف ليست زوجا واحدة منها وإنما عدة أزواج، منسقة على جانبي الفم. ولكن هذه الأطراف متحولة إلى العديد من الأشكال المتنوعة العجيبة، ولكن مجموعها يكون في كل حالة جهازا واحدا متكيفا ليلائم طريقة بذاتها من طرق الاغتذاء. فمن ذلك أجزاء فم قاضمة، كتلك الموجودة في الصرصور وأخرى مهيئة لامتصاص الرحيق من الأزهار كما هي الحال في الفراش، أو طراز مخالف لذلك تماما من أجهزة الامتصاص كأجزاء فم ذبابة الخيل المنفرة. وكذلك هي قد تتحول أيضا إلى جهاز ثاقب ماص في بق النبات الذي يغتذي بعصاراته أو في البعوضة التي تعيش على امتصاص الدماء ولكن هذه الأجزاء، في جميع

الأحوال ومهما اختلفت طريقة تحولها وتكيفها، تتألف على الدوام من جهاز متكـامل إلى درجة تدعو للإعجاب يتكون من ثلاثة أزواج من الأطـراف المتعاونـة فـي العمل. وإن القول بأن هذه الأطراف قد تغايرت مستقلا بعضها عن بعض، ومن ثـم تطور كل واحد منها مستقلا عن الآخرين، ومع ذلك أنتج التطور هذه النتيجـة – إن القول بذلك – لهو في رأيي حديث خرافة وأمر غير معقول. ومع ذلك فإن هذا هـو عين اللون من ألوان التطور الذي يحاول الدارونيون المحدثـون أن يدفعونـا إلـى الاعتقاد بأنه قد نتج بفعل التغيرات العشوائية المحضة التي تطـرأ علـى الجينـات وليس هذا قول الدارونيون المحدثين وحدهم بل هو قول داروين نفسه أيضا". ذلـك أنه حتى يستمر هذا التناسق، موجود، فإن تغير نوع لآخر يقتضي حصول سلسـلة من الطفرات بصورة متصلة ومرتبطة مع بعضها البعض وليست مستقلة فكما يقـول جان روستان في كتابه "الإنسان": "إن الطفرات التي نعرفها تشترك جميعها تقريبـا في خاصية واحدة هي الميل إلى الإفقار والتخريب فيها والطرح. وحتى الطفـرات التي تتسم بالجمع والإغناء ليس فيها ما يأتي للنوع بشيء جديد كل الجـدة، بشـيء ثوري إلى حد التطور الحقيقي. وأخيرا، ومع أن الإعتراض القديـم الـذي يوجـه للتكيف العضوي ربما يكون أقل وجاهة مما يتبادر إلى الذهن في العادة، فإنه مـن غير الواضح كيف أن أعراضا مستقلة بعضها عن بعض اسـتطاعت أن تتلاحـق ويأخذ بعضها برقاب بعض ليتولد عنها أعضاء معقدة كالعين والدماغ والأذن. هـل يجب أن يفترض أن التغيرات التطورية الحقيقية قد استلزمت عمليات لا تجري فـي عالمنا الراهن؟ (من يدري) فلعل الطبيعة في الماضي قد عرفـت طفـرات أوسـع نطاقا وأكثر إنشاءا وإبداعا، وكذلك لعلها قد عرفت أيضا طفـرات غـير مسـتقلة إحداها عن الأخرى بل مترابطة تحدث على نحو متسلسل فتكون كل طفرة سببا فـي حدوث طفرة لاحقة أو في توجيهها".

غير أن هذا يناقض مفهوم الطفرة بداهة، ذلك أن الطفرة تغير مفاجيء يحصل عشوائيا، والعشوائية لا تؤدي لسلسلة متصلة ومترابطة من التغيرات، بل على نقيض ذلك تؤدي الطفرة إلى تغير في صفة مظهرية أو، إن كان التغير في صفة أساسية، إلى تخريب وهدم وليس بناء. انظر إلى تهافت مقالة التطوريين كما يتضح من قول أ. ل. ماك ألستر في كتابه تاريخ الحياة: "إن النجاح الذي أحرزته كل من معديات الأرجل ومفصليات الأرجل في غزو اليابسة ناشيء عن عمليات التكيف التي حصلت في أسلافها المائية. فقد تكيفت معديات الأرجل إلى إغلاق قوقعتها إغلاقا محكما بعد انسحاب الأجزاء الرخوة داخلها وذلك لتحمي جسمها من الجفاف، وتكيفت مفصليات الأرجل بإكساء جسمها بغطاء عضوي قاس وكتيم. وبالإضافة إلى هذا التكيف المسبق الذي تكيفت له معديات الأرجل ومفصليات الأرجل المائية لحماية أجسامها من فقدان الماء فهي حيوانات متحركة في الغالب تكيفت للتنقل على اليابسة بحثا عن غذائها. أما مشكلة تنفسها على اليابسة فقد تغلبت عليها بطريقتين مختلفتين: إذ طورت معديات الأرجل رئات، شبيهة بالرئات الموجودة لدى الحيوانات الفقرية التي تقطن اليابسة لتقوم بعملية أكسدة الدم. بينما طورت الحشرات والعنكبيات بالمقابل سلسلة من بنيات أنبوبة الشكل تدعى قصيبات تنفتح إلى الهواء الجوي بوساطة ثقوب صغيرة موجودة في الغطاء العضوي تمرر الأكسجين إلى الأنابيب ومنها إلى أنسجة الجسم الداخلية مباشرة. حيث تتنفس هذه الحيوانات الأخيرة على هذا الأساس من مساحة كبيرة من سطحها ولا تتطلب وجود جهاز تنفسي دوراني معقد ذو حجم كبير كالذي يوجد لدى أفراد الحلزون البري والحيوانات الفقرية. هذا ويفترض لإتمام عملية التنفس بطريقة القصبات أن يبقى حجم الجسم محدودا ذلك لأن عملية انتشار الأكسجين المباشر تصبح غير فعالة عندما يزداد حجم الحيوانات. ولذلك تميل الحشرات والعنكبيات إلى أن تكون حيوانات صغيرة".

وبعد ذلك بقليل تجده يقول: "أما الحشرات فقد تحررت من ارتباطها بسطح اليابسة وطورت أجنحة تساعدها على الطيران على سطح الأرض، وهو تكيف يشبه في كثير من النواحي تكيف الحيوانات للسباحة في المياه البحرية الأكثر كثافة".

خلاصة الأمر أن الحيوانات المائية حين واجهت بيئة عدائية وذلك بحصول جفاف للمياه طورت لأنفسها الوسائل اللازمة للحياة على اليابسة، سواء كانت هذه الوسائل تتعلق بحماية أجسامها من الجفاف أو بمشكلة التنفس على اليابسة. لاحظ تهافت هذه المقولة، فالأسلاف المائية للمعديات الأرجل والمفصليات تكيفت – حتى تعيش على اليابسة عند حصول الجفاف – بإغلاق القوقعة إغلاقا محكما او بإكساء جسمها بغطاء عضوي قاس وكتيم أما مشكلة التنفس على اليابسة فتغلبت عليها – عند حصول جفاف للمياه – بطريقتين مختلفتين كما يقول مال ألستر وكأن الأمر بإرادتهما. ذلك أن الملاحظ المحسوس من حياة الكائنات الحية أنها لا تستطيع التكيف لمواجهة بيئة بمثل هذه العدوانية. فإذا كان الكائن الحي مائيا ونقل إلى اليابسة فإنه سيندثر لا محالة لأن جسمه لا يناسب حياة اليابسة سواء من جهة تنفسه أو غير ذلك، وكذلك إذا كان الكائن بريا كالإنسان، وأغرقته في الماء فإنه سيندثر أيضا ولن يستطيع تطوير خياشيم لملائمة الحياة المائية. قد يقول قائل ولكن ذلك يحصل عن طريق الطفرات وخلال ملايين السنين ولكن ذلك أمر خاطئ أيضا. فالطفرات لا يمكن أن تؤدي إلى تحول عضو كامل متناسق إلى عضو آخر مختلف ويكون أيضا كاملا ومتناسقا في الكائن الحي فكما سبق ورأينا فإن عالم الحيوان جراهام كانون يقول بأن القول بذلك هو حديث خرافة وأمر غير معقول. إذ ان الطفرة تعتمد على الصدفة في حصولها فلا يمكن عقلا – والحالة هذه – أن تحصل بكافة أجزاء عضو من أعضاء الكائن الحي بصورة مخصوصة متناسقة لتؤدي غاية واحدة. أما عامل الزمن فهو أيضا لا يساعد التطوريين، إذ أن العبرة تكمن في

ذلك الجيل من الكائن الحي الذي واجه التغير العدواني في البيئة، ولا علاقة للأجيال اللاحقة أو السابقة في ذلك. فما دام الأمر يستحيل حدوثه في جيل واحد فهو يستحيل في الأجيال كافة، لأن الذي يواجه تغير البيئة العدواني الجيل الذي يكون موجـــودا وقت حدوث هذا التغير.

مراجع مختارة

الباب الأول

١- القرآن الكريم.

٢- محمد محمد الحاج حسن الكمالي؛ محاضرات في الفلسفة الإسلامية، مؤسسة الفاو للنشر والتوزيع والإعلان، صنعاء (١٩٩٣م).

٣- بنيامين فارنتن؛ العلم الإغريقي، ترجمة أحمد شكري سالم، مكتبة النهضة الإسلامية، القاهرة (١٩٥٨م).

٤- جـ. جـ. كراوذر؛ صلة العلم بالمجتمع، ترجمة حسن خطاب، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة.

٥- جلال محمد موسى؛ منهج البحث العلمي عند العرب، دار الكتاب اللبناني، بيروت (١٩٧٢م).

٦- فؤاد زكريا؛ التفكير العلمي، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت (١٩٧٨م).

٧- يوسف محمود؛ الإنجازات العلمية في الحضارة الإسلامية، دار البشير، عمان (١٩٩٦م).

٨- ابن تيمية؛ نقض المنطق، المكتبة العلمية، بيروت (١٩٥١م).

٩- أبو حامد الغزالي؛ المنقذ من الضلال، دار المعارف، القاهرة (١٩٨٥م).

١٠- الحسن بن الهيثم؛ الشكوك على بطلميوس، تحقيق عبد الحميد صبرة ونبيل الشهابي، مطبعة دار الكتب، القاهرة (١٩٧١م).

١١- هشام غصيب؛ جولات في الفكر العلمي، دار الفرقان، عمان (١٩٨٥م).

١٢- هشام غصيب؛ المغزى الحضاري التاريخي للعلم، الجمعية العلميـــة الملكيـــة، عمان (١٩٨٦م).

١٣- هشام غصيب؛ دراسات في تاريخيـــة العلـــم، دار التنويـــر العلمـــي للنشـــر والتوزيع، بيروت (١٩٩٣م).

١٤- محمد عابد الجابري؛ المنهاج التجريبي وتطور الفكر العلمـــــي، دار الطليعـــة للطباعة والنشر، بيروت (١٩٨٢م).

١٥- عبد السلام بنعبد العالي وسالم يفوت؛ درس الابستمولوجيا، دار توبقال للنشـــر، الدار البيضاء، ط٢ (١٩٨٨م).

١٦- محمد وقيدي؛ ما هي الابستمولوجيا، دار الحداثة، بيروت (١٩٨٣م).

١٧- ماهر عبد القادر؛ فلسفة العلوم – الجزء الثاني، دار النهضة العربية، بـــيروت (١٩٨٤م).

١٨- سالم يفوت؛ البنائية – فلسفة العلم المعاصر ومفهومها للواقع.

١٩- كارل جي همبل؛ فلسفة العلوم الطبيعية، ترجمة سامر عبد الجبار المطلبـــــي، دائرة الشؤون الثقافية العامة، بغداد (١٩٨٦م).

٢٠- غاستون باشلار؛ الفكر العلمي الجديد، ترجمة د. عـــــادل العـــوا، المؤسســـة الجامعية للنشر والتوزيع، بيروت (١٩٨٣م).

٢١- جونو بوجوان؛ تاريخ الفلسفة والعلم في أوروبا الوسيطية، ترجمـــــة د. علـــي زيعور و د. علي مقلد، مؤسسة عز الدين للطباعة والنشر، بيروت (١٩٩٣م).

٢٢- أحمد فؤاد باشا؛ فلسفة العلوم بنظرة إسلامية، مطبعة دار المعارف، القـــاهرة (١٩٨٤م).

٢٣- روبيير بلانشيه؛ نظرية المعرفة العلمية، ترجمة د. حسن عبد الحميد، جامعة الكويت، الكويت (١٩٨٦م).

٢٤- آلان ف. شالمرز؛ ما هو العلم، ترجمة لطيفة ديب عرنـوق، وزارة الثقافة، دمشق (١٩٩٧م).

٢٥- توماس كون؛ تركيب الثورات العلمية، ترجمة ماهر عبد القادر، دار النهضة العربية، بيروت (١٩٨٨م).

٢٦- صمويل رابورت؛ العلم: مغنى وطريقة، ترجمة محمد أحمد أبو بنونة، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة (١٩٦٨م).

٢٧- صالح عمر؛ "الاستقراء عند ابن الهيثم" ص٧٥ في مجلة تاريخ العلوم العربية المجلد الخامس، العددا الاول والثاني، مطبعة جامعة حلب (١٩٨١م).

٢٨- راجح الكردي؛ نظرية المعرفة بين القرآن والفلسفة، رسالة دكتوراه (جامعة الأزهر)، القاهرة (١٩٧٩م).

29- D. Schroeer; Physics and its fifth dimension: Society, Addison Wesly, Reading, Mass. (1972).

30- Aristotle's Physics translated by Richard Hope, University of Nebraska Press, Lincoln (1961).

31- John Ziman; The force of Knowledge, Cambridge University Press, Cambridge (1976).

32- Henry Margenau; The nature of physical reality, McGraw-Hill, NewYork (1950).

33- Henry Margenau; Open vista, Yale University press, New hampshire (1964).

34- J. W. N. Sullivan; The Limitations of science, Augustus M. Kelley, Clifton N. J (1973).

35- G. Polya; How to solve it?, Stanford University Press, Stanford, Cal. (1973).

36- P. Feyerabend; "Problems of empiricism" in Beyond the edge of certainty, ed. R. Colodny, Prentice Hall, Engiewood Cliffs, NJ (1965).

الباب الثاني

١- القرآن الكريم

٢- ألكسيس كاريل؛ الإنسان ذلك المجهول، تعريب شفيق أسعد فريد، مكتبة المعارف، بيروت (١٩٨٦م).

٣- أنطوان زحلان؛ العلم والسياسة العلمية في الوطن العربي، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، ط٥ (١٩٩٠م).

٤- ناغاي ميتشيو وميغال اوروتشيا؛ نهضة اليابان، ترجمة نديم عبده وفواز خوري، شركة المطبوعات للتوزيع والنشر، بيروت (١٩٩٣م).

٥- ر. جـ. فوريس و أ. جـ. ديكستر هوز؛ تاريخ العلم والتكنولوجيا، ترجمة أسامة الخولي، الهيئة المصرية العامة للكتاب (١٩٨٦م).

٦- بنيامين فارنتن؛ العلم الإغريقي، ترجمة أحمد شكري سالم، مكتبة النهضة الإسلامية، القاهرة (١٩٥٨م).

٧- ابن سينا؛ النجاة، دار الأفاقي، بيروت، ط١ (١٩٨٥م).

٨- أبو الريحان البيروني؛ الآثار الباقية عن القرون الخالية، مكتبة المثنى، بغداد.

٩- الحسن بن الهيثم؛ الشكوك على بطليموس، تحقيق عبد الحميد صبرة ونبيل الشهابي، دار الكتب والوثائق القومية، القاهرة (١٩٧١م).

١٠- مصطفى نظيف؛ الحسن بن الهيثم: بحوثه وكشوفه البصرية، جامعة فؤاد الأول، القاهرة (١٩٤٢م).

١١- هبة الله بن ملكا البغدادي؛ المعتبر في الحكمة، جمعية دار المعارف العثمانية، حيدر آباد (١٩٣٨م).

١٢- عبد الرحمن الخازني؛ ميزان الحكمة، حيدر آباد الدكن (١٣٥٩هـ).

١٣- أبو الريحان البيروني؛ الصيدنة في الطب، تحقيق محمد سعيد ورانا إحسان البهمي، مؤسسة همدرد الوطنية، كراتشي (١٩٧٣م).

١٤- فؤاد سزكين؛ محاضرات في تاريخ العلوم العربية الإسلامية، معهد تاريخ العلوم العربية الإسلامية، فرانكفورت (١٩٨٤م).

١٥- جورج سارتون؛ تاريخ العلم.

١٦- المراسلة العلمية بين البيروني وابن سينا؛ مركز المخطوطات، الجامعة الأردنية، انظر مخطوطات ابن سينا أو انظر إلى جزء منها تحقق إبراهيم فريد الدر، مجلة العلم والتكنولوجيا (عدد حزيران - تموز ١٩٨٢م).

١٧- جلال محمد موسى؛ منهج البحث العلمي عند العرب، دار الكاتب اللبناني، بيروت (١٩٧٢م).

١٨- حكمت فريحات وإبراهيم الخطيب؛ مدخل إلى تاريخ الحضارة العربية الإسلامية، دار الشروق، عمان (١٩٨٩م).

١٩- رينيه تاتون؛ تاريخ العلوم العام: العلم القديم والوسيط، ترجمة علي مقلد، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت (١٩٨٨م).

٢٠- ألدوميللي؛ العلم عند العرب وأثره في تطور الفكر العلمي، ترجمة عبد الحليم النجار و محمد يوسف موسى.

٢١- هشام غصيب؛ دراسات في تاريخية العلم، دار التنوير العلمي للنشر والتوزيع، بيروت (١٩٩٣م).

22- Alexander Vavoulis and Wayne Colver; Science and Society, Halder-Day, Inc., San Francisco (1966).

23- Olaf Pedersen and Mogens Pihl; Early Physics and Astronomy, Macdonald and Janes, London (1974).

24- Edward Grant; A Sourcebook of medieval science, Harvard University Press, Cambridge, Mass. (1974).

25- Edward Grant; Physical science in the middle ages, John Wiley and sons, Inc., New York (1971).

26- Andrew Webster; Science, Technology and Society, Macmillan, London (1991).

الباب الثالث

١- القرآن الكريم.

٢- أنطوان زحلان؛ العلم والسياسة العلمية في الوطن العربـي، مركـز دراسـات الوحدة العربية، بيروت (١٩٧٩م).

٣- عبد الباري دُرّة؛ محاضرة في ندوة حول الجامعات العربية المنعقدة في عمـان (١٩٩٨م).

٤- إرفين شرودنجر؛ العلم والثقافة الإنسانية، ترجمة عبد الكريم اليـافي، جامعـة دمشق (١٩٦٤م).

٥- رينيه دوبو؛ إنسانية الإنسان، تعريب نبيل الطويل، مؤسسة الرسـالة، بـيروت (١٩٧٩م).

٦- ألكسيس كاريل؛ الإنسان ذلك المجهول، تعريب شـفيق أسـعد فريـد، مكتبـة المعارف، بيروت (١٩٨٦م).

٧- أحمد مدحت إسلام؛ التلوث مشكلة العصر، عالم المعرفة، العدد ١٥٢الكويـت، (١٩٩٠م).

٨- ر. ب. رايش؛ "المسلك المتأني إلى الريادة التقنية" مقالـــة فـــي مجلـــة العلـــوم الكويتية، المجلد ٧- عدد ٢ (١٩٩٠م).

9- D. Schroeer; Physics and its fifth dimension: Society, Addison Wesly, Reading, Mass. (1972).

10- John Ziman; The force of Knowledge, Cambridge University Press, Cambridge (1976).

11- Andrew Webster; Science, Technology and Society, Macmillan, London (1991).

12- John Ziman; Public Knowledge, Cambridge University Press, Cambridge (1968).

13- Eds. F. A. Daghestani, S. Qasem and B. Saket; Science and technology for development, The Royal

الباب الرابع

١- ألبرت آينشتين وليوبولد إنفلد؛ تطور الفيزياء، ترجمة علي المنـــذر، أكاديميـــا، بيروت (١٩٩٣).

٢- لويس دي برولي؛ الفيزياء والمكروفيزياء، ترجمة رمسيس شـــحاتة، مؤسســـة سجل العرب، القاهرة (١٩٦٧م).

٣- جيمس جينز؛ الفيزياء والفلسفة، ترجمة جعفر رجب، دار المعـــارف، القـــاهرة (١٩٨١م).

٤- فيرنر هايزنبرغ؛ الفيزياء والفلسفة، ترجمة أحمد مستجير، المكتبة الأكاديميـــة، القاهرة (١٩٩٣م).

٥- جان روستان؛ الإنسان، ترجمة عدنـــان التكريتـــي، وزارة الثقافـــة، دمشـــق (١٩٧٠م).

٦- إميل نويل؛ الداروينية كما تُرى اليوم، ترجمة محمـــد وائـــل الأتاســـي، وزارة الثقافة، دمشق (١٩٨٤م).

٧- محمد عاكف جمال؛ الفيزياء: فكر وفلسفة، مطبعة الرافدين، العين (الإمـــارات العربية المتحدة ١٩٨٧م).

٨- تشارلس داروين؛ أصل الأنواع، ترجمة إسماعيل مظـــهر، مكتبــة النهضـــة، بيروت – بغداد.

٩- السيد محمد بدوي؛ التطور في الحياة وفي المجتمع، دار المعرفـــة الجامعيـــة، الاسكندرية (١٩٨٨م).

١٠- محمد غلاب (مترجم)؛ التطور والسجل الحضري (قراءات من المجلة العلميـة الأمريكية)، مؤسسة شباب الجامعة، الاسكندرية (١٩٩٥م).

١١- ليستر آر. براون؛ أوضاع العالم، تقارير لمعهد ويرلدوتش حول التقدم نحـــو مجتمع قابل للبقاء لأعوام مختلفة.

١٢- و. س. كلارك؛ "إدارة كوكب الأرض" مقالة في مجلة العلوم الكويتية المجـــل ٧-عدد ٣ (١٩٩٠م).

١٣- سير روي كالن، عالم يفيض بسكانه، عالم المعرفـــة عـــدد ٢١٣، الكويـــت (١٩٩٦م).

١٤- ستيفن واينبرغ؛ أحلام الفيزيائيين، ترجمة أدهم السمان، دار طلاس للدراســات والترجمة والنشر، دمشق (١٩٩٧م).

١- مايكل تانزر؛ التسابق على الموارد، ترجمة حسني زينة، مؤسســـة الأبحـــاث العربية، بيروت (١٩٨١م).

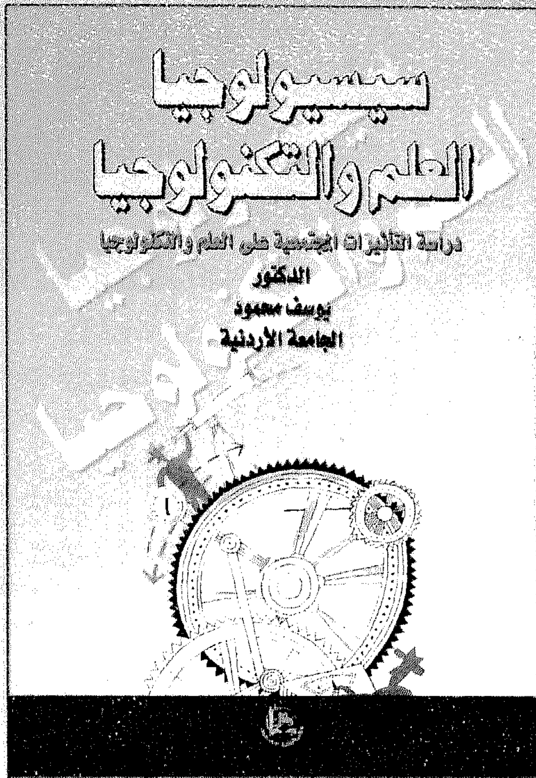
١٦- فرانسيس لابييه وكولنز؛ صناعة الجوع (خرافة الندرة)، سلسلة عالم المعرفة عدد ٦٤، الكويت (١٩٨٤م).

١٧- محمد عبد اللطيف مطلب؛ الفلسفة والفيزياء، دائرة الشؤون الثقافية والنشر، بغداد (١٩٨٥م).

18- Andrew Webster; Science, Technology and Society, Macmillan, London (1991).

19- John Ziman; The Force of knowledge Cambridge University Press, Cambridge (1976).

20- F. Hoyle et-al, Evolution from space, (1983).



دار وائل للنشر

عمان-شارع الجمعية العلمية الملكية
مقابل باب الجامعة الاردنية الشمالي
هاتف ٥٣٣٥٨٣٧ فاكس ٥٣٣١٦٦١
ص.ب: ١٧٤٦ الجبيهة - الاردن

تطلب منشوراتنا من دار الشروق للنشر والتوزيع
رام الله - نابلس.

ISBN 9957-11-058-6(ردمك)